

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-103515

(43)Date of publication of application : 13.04.2001

(51)Int.Cl.

H04N 13/04

G02B 27/22

G09G 5/36

(21)Application number : 11-278339

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 30.09.1999

(72)Inventor : YOSHII KEN

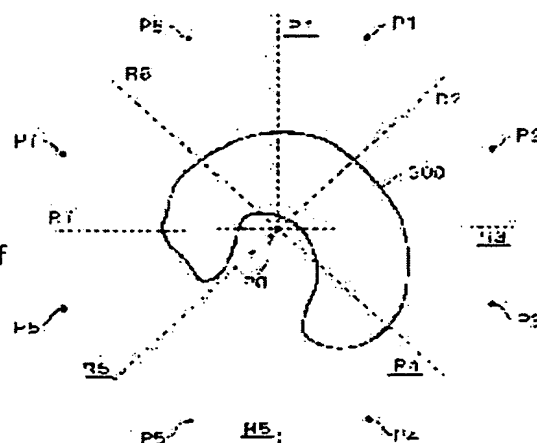
KUISEKO MANAMI

MIYAZAKI MAKOTO

(54) STEREOSCOPIC IMAGE DISPLAY DEVICE AND STEREOSCOPIC IMAGE DISPLAY SYSTEM**(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a stereoscopic image display device and a stereoscopic image display system that can display a stereoscopic image subjected to hidden surface erasure processing with respect to an optional direction of a screen.

SOLUTION: Representative points P1-P8 that are virtual video points are set with respect to each of a plurality of sectors R1-R8 that is formed by dividing a display object 300 radially at each prescribed angular distance around a prescribed origin P0 of the top view of the display object 300. Prior to stereoscopic display, erasure processing is applied to hidden surfaces when viewing each of the representative points P1-P8 from the display object 300 to generate in advance two-dimensional hidden surface erasure images used for projection images when viewing the stereoscopic display image from each of the sectors R1-R8. Then in the case of the stereoscopic display, at which sector around the stereoscopic image display device a viewer is placed is specified on the basis of a camera image or the like and the image whose hidden surface is erased relating to the sector is projected on the screen as the projection image.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-103515

(P2001-103515A)

(43) 公開日 平成13年4月13日 (2001.4.13)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 4 N 13/04		H 0 4 N 13/04	5 C 0 6 1
G 0 2 B 27/22		G 0 2 B 27/22	5 C 0 8 2
G 0 9 G 5/36	5 1 0	G 0 9 G 5/36	5 1 0 V

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願平11-278339

(22) 出願日 平成11年9月30日 (1999.9.30)

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72) 発明者 吉井 謙

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(72) 発明者 杭迫 真奈美

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(74) 代理人 100089233

弁理士 吉田 茂明 (外2名)

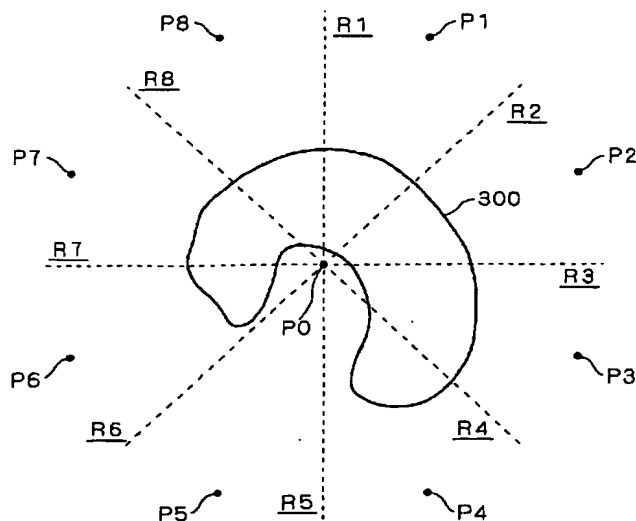
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 立体画像表示装置および立体画像表示システム

(57) 【要約】

【課題】 スクリーンの任意の方向に対して隠面消去処理の施された立体画像の表示を行うこと。

【解決手段】 表示対象物300を上方側から見たときの、表示対象物300の所定の原点P0を中心として所定角度幅ごとに放射状に分割された複数の領域R1～R8のそれぞれについて仮想的な視点である代表点P1～P8を設定する。立体表示に先立って、各代表点P1～P8から表示対象物300を見たときの隠面を消去処理を行い、立体表示像を各領域R1～R8から観察するときの投影用画像となる2次元的な隠面消去画像を予め生成しておく。そして、立体表示の際に、立体画像表示装置の周囲のどの領域に観察者が位置するかをカメラ画像等に基づいて特定し、その領域についての隠面消去画像を投影用画像としてスクリーンに投影する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定空間を周期的に走査するスクリーンに対して表示対象物から得られる投影用画像を投影することによって、残像効果を生じさせて前記表示対象物の立体画像を表示する立体画像表示装置であって、前記スクリーンの周囲を所定角度幅で分割して得られた複数の領域のうちからいずれか 1 つの領域を選択する選択手段と、
選択された前記領域内の代表点を基準として前記表示対象物に関する画像に隠面消去処理を施して得られた隠面消去画像を前記投影用画像として前記スクリーンに投影する手段と、を備えることを特徴とする立体画像表示装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の立体画像表示装置において、
前記選択手段は、
前記立体画像を観察する観察者の位置する方向を特定する手段を備え、
前記複数の領域のうちから、特定された前記観察者の位置が含まれる領域を選択することを特徴とする立体画像表示装置。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の立体画像表示装置において、
前記選択手段は、所定時間ごとに繰り返し前記観察者の位置を特定することを特徴とする立体画像表示装置。

【請求項 4】 請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の立体画像表示装置において、
前記隠面消去画像は、前記立体画像の表示に先立って、前記複数の領域のそれぞれについて予め生成されていることを特徴とする立体画像表示装置。

【請求項 5】 所定空間を周期的に走査するスクリーンに対して表示対象物から得られる投影用画像を投影することによって、残像効果を生じさせて前記表示対象物の立体画像を表示する立体画像表示装置であって、
前記立体画像を観察する観察者の位置する方向を特定する手段と、
特定された前記観察者の位置を基準として前記表示対象物に関する画像に隠面消去処理を施して得られた隠面消去画像を前記スクリーンに投影する手段と、を備えることを特徴とする立体画像表示装置。

【請求項 6】 立体画像表示システムであって、
表示対象物の 3 次元画像を供給する手段と、
前記 3 次元画像に基づいて、前記表示対象物の周囲を所定角度ごとに分割して得られる複数の領域のそれぞれに対して所定の代表点を設定し、該代表点を基準として隠面消去処理を施した 3 次元隠面消去画像を複数生成する手段と、
前記複数の 3 次元隠面消去画像のそれぞれを複数の面で切断した隠面消去画像を生成する手段と、
前記複数の領域のうちから 1 の領域を選択し、選択され

た領域に対応付けられる前記隠面消去画像を、所定空間を周期的に走査するスクリーンに対して順次に投影することで前記表示対象物に関する隠面消去処理の施された立体画像を表示する立体画像表示装置と、を備えることを特徴とする立体画像表示システム。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 この発明は、所定空間を周期的に走査するスクリーンに対して投影用画像を投影することによって、残像効果を生じさせて表示対象物の立体画像を表示する立体画像表示装置および立体画像表示システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より発明・考案されてきた立体画像の表示方法の一つとして、人間の眼の残像効果を利用する体積走査法と呼ばれるものがある。

【0003】 従来の体積走査法による表示装置の一つに、スクリーンをその投影面に垂直な方向に高速で直進移動させ、投影面の位置に応じて物体の断面の 2 次元像あるいは断面の輪郭を時々刻々と変化させつつ投影するものがあった。この装置は、高速移動するスクリーンを目視することによって、人間の眼に残像効果がもたらされ、断面画像が配置されて全体として立体像が表示されているように見えるのである。

【0004】 また、別の表示装置として、スクリーンを回転させ、投影面の回転角に応じて物体の断面の 2 次元像あるいは断面の輪郭を時々刻々と変化させつつ投影するものもあった。この装置も人間の眼に残像効果を生じさせ、立体画像が表示されているように見えるのである。この装置では、回転スクリーンの周囲の任意の方向から立体画像を視認することができるという点でメリットが大きい。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上記のような装置では、スクリーンに対して 3 次元的な物体（表示対象物）の断面の 2 次元像あるいは輪郭をそのまま表示するため、表示される立体画像は半透明像となり、本来なら、観察者の位置からは見えるはずのない物体の隠面までもが見えてしまうことになる。

【0006】 このため、スクリーンに対して画像を投影する際に、3 次元形状である表示対象物の投影用画像において、実際には隠れて見えない面を表示しないようにする隠面消去処理を施しておくことが必要である。

【0007】 ここで、体積走査法による立体画像表示装置において、隠面消去処理を適用する際には、スクリーンの周囲の任意の方向に対して隠面消去処理の施された立体画像を瞬時に表示することが必要である。また、隠面消去処理を行う際には観察者が表示対象物をどの視点から観察しているかが重要な要素となるため、観察者の位置に応じて隠面消去された立体画像を表示することも必

要である。

【0008】特に、上記の回転スクリーン方式の場合には、回転スクリーンの周囲の任意の位置から表示対象物の周囲を良好に観察することができる必要があり、観察者の位置に応じた隠面消去表示をリアルタイムで行うことが望ましい。

【0009】そこで、この発明は、人間の眼の残像効果を利用する体積走査法において、スクリーンの任意の方向に対して隠面消去処理の施された立体画像の表示を行うことのできる立体画像表示装置および立体画像表示システムを提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明は、所定空間を周期的に走査するスクリーンに対して表示対象物から得られる投影用画像を投影することによって、残像効果を生じさせて前記表示対象物の立体画像を表示する立体画像表示装置であって、前記スクリーンの周囲を所定角度幅で分割して得られた複数の領域のうちからいずれか1つの領域を選択する選択手段と、選択された前記領域内の代表点を基準として前記表示対象物に関する画像に隠面消去処理を施して得られた隠面消去画像を前記投影用画像として前記スクリーンに投影する手段とを備えている。

【0011】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の立体画像表示装置において、前記選択手段が、前記立体画像を観察する観察者の位置する方向を特定する手段を備え、前記複数の領域のうちから、特定された前記観察者の位置が含まれる領域を選択することを特徴としている。

【0012】請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の立体画像表示装置において、前記選択手段が、所定時間ごとに繰り返し前記観察者の位置を特定することを特徴としている。

【0013】請求項4に記載の発明は、請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の立体画像表示装置において、前記隠面消去画像が、前記立体画像の表示に先立って、前記複数の領域のそれぞれについて予め生成されていることを特徴としている。

【0014】請求項5に記載の発明は、所定空間を周期的に走査するスクリーンに対して表示対象物から得られる投影用画像を投影することによって、残像効果を生じさせて前記表示対象物の立体画像を表示する立体画像表示装置であって、前記立体画像を観察する観察者の位置する方向を特定する手段と、特定された前記観察者の位置を基準として前記表示対象物に関する画像に隠面消去処理を施して得られた隠面消去画像を前記スクリーンに投影する手段とを備えている。

【0015】請求項6に記載の発明は、立体画像表示システムであって、表示対象物の3次元画像を供給する手段と、前記3次元画像に基づいて、前記表示対象物の周

囲を所定角度ごとに分割して得られる複数の領域のそれぞれに対して所定の代表点を設定し、該代表点を基準として隠面消去処理を施した3次元隠面消去画像を複数生成する手段と、前記複数の3次元隠面消去画像のそれぞれを複数の面で切断した隠面消去画像を生成する手段と、前記複数の領域のうちから1の領域を選択し、選択された領域に対応付けられる前記隠面消去画像を、所定空間を周期的に走査するスクリーンに対して順次に投影することで前記表示対象物に関する隠面消去処理の施された立体画像を表示する立体画像表示装置とを備えている。

【0016】

【発明の実施の形態】<1. 全体のシステム構成>この発明に係る立体画像表示システムの実施の形態として、立体画像表示システムの全体的な構成を図1に示す。この立体画像表示システム1は、体積走査法によって表示対象物の立体表示を行う立体画像表示装置100と、立体画像表示装置100に対して3次元的な表示対象物から得られる投影用画像としての2次元画像データを供給するホストコンピュータ3と、観察者の位置に応じて隠面消去された立体画像を行うために観察者の位置を検出する検出手段となるカメラ10とを備えて構成されている。

【0017】立体画像表示装置100は、後述するように所定の回転軸を中心に高速で回転するスクリーンに対して表示対象物の断面画像を断続的に投影することによって残像効果を生じさせて立体画像を表示する。そして、回転するスクリーンの位置（角度）に応じて投影用画像を高速で更新していくことにより、様々な表示対象物の立体像を表示する。

【0018】ホストコンピュータ3は、CPU3aとディスプレイ3bとキーボード3cとマウス3dとを含んで構成されるいわゆる一般的なコンピュータシステムである。このホストコンピュータ3には、予め入力されている表示対象物の3次元画像データからスクリーンが回転する際の各角度に対応する断面画像の2次元画像データを生成する処理、および、表示対象物の3次元画像データに対して隠面消去処理を施したデータ（3次元隠面消去画像データ）からスクリーンが回転する際の各角度に対応する断面画像の2次元画像データ（隠面消去画像データ）を生成する処理を行うソフトウェアが組み込まれている。このため、ホストコンピュータ3は、表示対象物の3次元画像データからスクリーンの回転角度に応じてスクリーン上に投影すべき表示対象物の断面画像に関する2次元画像データを生成することができ、その生成された2次元画像データを投影用の画像データとして立体画像表示装置100に供給する。

【0019】ホストコンピュータ3と立体画像表示装置100の間では、オンラインによるデータの受け渡しが可能であるとともに、可搬型の記録メディア4を介し

てのオフラインによるデータの受け渡しも可能である。記録メディア4としては、光磁気ディスク(MO)、コンパクトディスク(CD-RW)、デジタルビデオディスク(DVD-RAM)、メモリカード等がある。

【0020】そして立体画像表示装置100では、隠面消去処理が施された隠面消去画像と、隠面消去処理の施されていない断面画像とのいずれかを選択的に投影用画像としてスクリーン上に投影することができるように構成されている。

【0021】図2は、カメラ10と立体画像表示装置100との設置関係の一例を示す図である。カメラ10は、立体画像表示装置100が設置される部屋5の天井部分5aに設置される。立体画像表示装置100は部屋5の中央に設置され、カメラ10はその視野範囲の中心に立体画像表示装置100を撮像することができるように設置される。カメラ10の視野範囲は、部屋5内の任意の位置の観察者を撮像することができるように設定することが望ましい。そして、カメラ10によって得られる画像データは伝送線11を介して立体画像表示装置100に導かれる。なお、ホストコンピュータ3は部屋5内に設置されてもよいし、外部に配置されてもよい。

【0022】<2. 立体画像表示装置>次に、立体画像表示装置100の一実施形態について説明する。図3は、立体画像表示装置100の概観を示す図である。この立体画像表示装置100は、スクリーン38に断面画像を投影するための光学系や各種データ処理を行うための制御機構が内蔵されたハウジング20と、そのハウジング20の上部側に設けられて内部に回転するスクリーンを収容する円筒状の風防20aとを備えている。

【0023】風防20aはガラスやアクリル樹脂等の透明な材質で形成されており、内部側で回転するスクリーン38に投影される画像を外部より視認することができるように構成されている。また、風防20aは内部空間を密封しており、そのことによってスクリーン38の回転の安定化や回転駆動するモータの消費電力の低減を図っている。

【0024】ハウジング20の前面側には液晶ディスプレイ(LCD)21、着脱可能な操作スイッチ22、記録メディア4の着脱口23が配置されており、また側面側にはデジタル入出力端子24が設けられている。液晶ディスプレイ21は、操作入力を行う際の操作案内画面の表示手段及び表示対象物のインデックスのための2次元画像の表示手段として用いられる。デジタル入出力端子24はSCSI端子あるいはIEEE1394端子等である。さらにハウジング20の外周面の4箇所には音声出力のためのスピーカ25が配置されている。

【0025】図4は、着脱可能な操作スイッチ22の拡大図である。この操作スイッチ22は、各種動作パラメータを入力するための操作入力手段として機能させるべく、電源ボタン221、スタートボタン222、ストッ

プボタン223、カーソルボタン224、セレクトボタン225、キャンセルボタン226、メニューボタン227、ズームボタン228、音量調節ボタン229等の各種ボタンが配置されている。

【0026】スクリーン38による立体画像の表示は、操作スイッチ22の各ボタン221~227を操作することによって記録メディア4に記録されているデータファイルから立体表示を行いたい2次元画像データを選択したり、又はホストコンピュータ3側に保存されているデータファイルから2次元画像データを選択することにより開始される。

【0027】次に、立体画像表示装置100においてスクリーン38上に投影用画像を投影するための光学系について説明する。図5は、立体画像表示装置100における光学系を含む構成を示す図である。図5に示すように立体画像表示装置100における光学系は、照明光学系40と投影光学系50とDMD(デジタル・マイクロミラー・デバイス)33とTIRプリズム44とを備えて構成される。

【0028】まず、DMD33について説明する。DMD33は、スクリーン38に投影する投影用画像を生成する画像生成手段として機能するものであり、1辺が16 μ m程度の矩形の金属片(例えばアルミニウム片)の極めて小さなミラーを1画素として1チップあたり数十万枚の規模で平面に敷き詰めた構造を有し、各画素直下に配置されたSRAM出力の静電電界作用により各ミラーの傾斜角を個々に ± 10 度で制御できるデバイスである。なお、ミラーの角度制御は、SRAM出力の

「1」、「0」に対応して、ON/OFFのバイナリ制御であり、光源からの光が当たると、ON(またはOFF)の方向を向いているミラーで反射した光だけが投影光学系50の方向に進み、OFF(またはON)の方向を向いているミラーで反射した光は有効な光路から外れ投影光学系50の方向には進まない。このミラーのON/OFF制御により、ON/OFFのミラー分布に対応した断面画像が生成されてスクリーン38に投影されることになる。

【0029】なお、各ミラーの傾斜角を制御して反射する光の方向を切り換えるが、この切り換え時間の調整(反射する時間の長さ)により各画素の濃淡(階調)を表現することができ、1色につき256階調が表現できる。そして、光源からの白色光を周期的に切り替わるR(赤)、G(緑)、B(青)の3色のカラーフィルターを通し、通過した各色にDMDチップを同期させることでカラー画像を形成したり、R、G、Bの各色ごとにDMDチップを準備して3色の光を同時に投影することでカラー画像を形成することができる。

【0030】このようなDMD33は、第一に光利用効率が非常に高いこと、第二に高速応答性を有することの2つの大きな特徴を有しており、一般にはその高い光利

用効率を活かしてビデオプロジェクタ等の用途に使用されている。

【0031】この実施形態においては、DMD 33のもう一つの大きな特徴である高速応答性を利用することにより、残像効果を利用する体積走査法において表示対象物の立体画像（立体的静止画像および立体的動画像を含む）を適切に表示することができるように実現される。

【0032】DMD 33は一枚一枚のミラーの偏向の応答性が約 $10 \mu\text{sec}$ であることと、画像データの書き込みが一般的なSRAMとほぼ同様の方法でできることから、1枚の画像を生成するのに要する時間は 1msec あるいはそれ以下ときわめて高速である。仮に 1msec であるとする、残像効果を実現するために $1/18\text{sec}$ で 180° （すなわち毎秒9回転）の体積走査を行う場合に生成できる断面画像の数は約60枚となる。従来の体積走査法で画像生成手段として使用されていたCRTや液晶ディスプレイ等と比較すると、DMD 33は単位時間当たりはるかに多くの投影用画像をスクリーン38上に投影することができ、非回転対称形状の立体的静止画像の表示のみならず、立体的動画像の表示にも対応することができるのである。

【0033】また、DMD 33の特徴の1つである光の利用効率の高さも、より明るい投影用画像をスクリーン38上に投影することで残像効果を高めることに寄与し、CRT方式等と比較して高品位の立体画像の表示を可能にする。

【0034】なお、図5に示すようにDMD 33の画像生成面側には、照明光学系40からの照明光を各微小ミラーに導くとともに、DMD 33で生成された投影用画像を投影光学系50に導くためにTIRプリズム44が配設されている。

【0035】照明光学系40は、白色光源41と照明レンズ系42とを有しており、白色光源41からの照明光は照明レンズ系42により平行光とされる。照明レンズ系42はコンデンサレンズ421、インテグレート422、カラーフィルタ43およびリレーレンズ423により構成される。白色光源41からの照明光はコンデンサレンズ421により集光されてインテグレート422に入射する。そして、インテグレート422によって光量分布が均一な状態とされた照明光は、回転式のカラーフィルタ43によってR、G、Bのいずれかの色成分に分光される。分光された照明光はリレーレンズ423により平行光とされた上で、TIRプリズム44に入射し、DMD 33上に照射される。

【0036】DMD 33は、ホストコンピュータ3から与えられる2次元画像データに基づいて個々の微小ミラーの傾斜角度を変化させることにより照明光のうちの投影用画像を投影するのに必要な光成分のみを投影光学系50に向けて反射させる。

【0037】投影光学系50は投影レンズ系51とスク

リーン38とを有している。投影レンズ系51は両テレセントリックレンズ511と投影レンズ513と投影ミラー36、37と像回転補償機構34とを備えており、このうち投影レンズ513と投影ミラー36、37はスクリーン38を回転軸Zのまわりに回転させる回転部材39の内部側に配置されている。

【0038】DMD 33で反射された光（投影用画像）は両テレセントリックレンズ511により平行光にされ、投影用画像の像回転補償を行うために像回転補償機構34を通過する。そして、像回転補償機構34において回転補償が行われた光束は投影ミラー36、投影レンズ513、投影ミラー37を経由して最終的にスクリーン38の主面（投影面）上に投影される。したがって、投影光学系50とDMD 33とで、複数の投影用画像を2次元画像データに基づいて順次に生成し、スクリーン38の回転走査に同期して複数の投影用画像をスクリーン上に順次に投影する投影手段を形成する。

【0039】この光学系において、投影ミラー36、投影レンズ513、投影ミラー37及びスクリーン38は回転部材39に固定されており、回転部材39の回転とともにスクリーン38の中心軸を含む垂直な回転軸Zの回りに角速度 Ω で回転する。つまり、体積走査を行うためにスクリーン38を回転させる際には、回転部材39内部に配置された投影ミラー36、投影レンズ513及び投影ミラー37もスクリーン38と一体となって回転するため、スクリーン38がいかなる角度となっても常にその正面側から投影用画像の投影を行うことができるのである。

【0040】なお、スクリーン53の回転角度は位置検出器73により常に検出されている。

【0041】こうしてDMD 33において生成された投影用画像がスクリーン38上に投影される。投影レンズ513の役割は、光束がスクリーン38上に至るところで適切な画像サイズをなすようにすることである。また、投影ミラー37はスクリーン38に投影される立体像を観察する際に観察者の視線を妨げないように、スクリーン38の正面の斜め下方向（図5の場合は回転部材39の内部側）から断面画像を投影するように配置されている。なお、投影レンズ513の投影ミラー36及び37に対する位置的な順序関係は必ずしも本実施形態にとらわれるものではない。

【0042】ここで、像回転補償機構34について説明する。図5に示す像回転補償機構34は、いわゆるイメージローテータの構成によって実現されている。スクリーン38が取り付けられている回転部材39がある回転角度に位置する場合に、スクリーン38上に投影されている投影用画像を基準像とする。もし像回転補償機構34を用いないとすると、回転部材39が回転するにつれて投影用画像はスクリーン38上で面内回転し、回転部材39が 180° 回転したところで投影用画像は基準像

に対し上下が逆転した像になってしまう。この現象を防ぐものが像回転補償機構34である。

【0043】図5に示す像回転補償機構34は複数のミラーを組み合わせる構成されるイメージローテータを使用している。イメージローテータを光軸まわりに回転させると、入射画像に対する出射画像がイメージローテータの角速度の2倍の角速度で回転して出射される性質がある。したがって、スクリーン38が取り付けられている回転部材39の角速度の1/2の角速度でイメージローテータを回転させることによって、スクリーンの回転にかかわらず正立した投影用画像を常に投影できる。

【0044】なお、像回転補償機構としてはイメージローテータ以外にダブ（タイプ）プリズムを使用しても同様の効果が得られる。また、ここに説明した像回転補償機構34を使用せず、DMD33の表面上に生成する投影用画像をスクリーン38の回転角度に応じて光軸まわりに回転するような画像とすることで投影用画像の回転を打ち消すようにしても良い。

【0045】すなわち、DMD33の表面上で生成される投影用画像が、体積走査の開始時では正立像（あるいは倒立像）であり、スクリーン38の回転とともに自転して体積走査が完了した時点では倒立像（あるいは正立像）となるように投影用画像の生成のための2次元画像データを、DMD33に与える前の段階で補正するようにしても良い。

【0046】ここで、スクリーン38および回転部材39の斜視概観図の一例を図6に示す。図6に示すように回転部材39は円盤形状をなし、その側面に回転駆動手段となるモータ74の回転軸が接することによって回転駆動される。なお、回転部材39の中心軸にモータを直結したり、歯車やベルトを介して駆動させるようにしても良い。

【0047】図6に示すようにスクリーン38がある回転角度 θ_1 にあるとき、 θ_1 に対応した表示対象物の断面の投影用画像G1（DMD33で生成）が、図5に示した投影ミラー36と投影レンズ513と投影ミラー37とを経由してスクリーン38上に投影される。そこから微小時間が経過してスクリーン38が回転し、その回転角度が θ_2 になったとき、今度は θ_2 に対応した表示対象物の断面の投影用画像G2（DMD33で生成）が、図5に示した投影ミラー36と投影レンズ513と投影ミラー37とを経由してスクリーン38上に投影される。

【0048】投影ミラー36、投影レンズ513および投影ミラー37はスクリーン38に対して一定の位置関係を保ったまま共に回転するので、スクリーン38上には回転にかかわらず常に投影用画像が投影され続ける。そして、静止画像を表示する場合には、回転部材39を180°回転（若しくは360°回転）させた時点で再び始めと同じ投影用画像が現れ、1回の体積走査が完了

する。以上の動作を回転部材39の回転の速度を残留効果が起きるように十分に速く、かつ、スクリーン38が1回転する間に投影される画像の枚数を十分に多くすることによって、観察者は投影用画像の包絡として表示対象物の立体像を視認することができるのである。

【0049】次に投影用画像の大きさ（解像度）について述べる。図7はスクリーン38に投影される投影用画像の大きさを示す図である。投影用画像は256画素（水平方向）×256画素（垂直方向）の大きさで、スクリーン38の回転軸に対して対称に投影される。すなわち、回転軸を中心として周方向に向かって左右128画素の大きさとなる。投影される画像はスクリーン38と一定の関係を保ったまま共に回転するので、スクリーン38の回転にかかわらず、投影される画像の大きさは一定である。なお、図7に示す投影用画像の大きさは単なる一例であり、使用されるDMD33に設けられた微小ミラーの数に応じて任意の大きさが設定可能である。

【0050】＜3. 立体画像表示システムにおける制御機構＞次に、この立体画像表示システム1において立体画像を表示するための制御機構について説明する。

【0051】図8は、立体画像表示システム1の機能構成を示すブロック図である。図8において実線矢印は電気信号の流れを示しており、破線矢印は光の流れを示している。なお、図8に示す照明光学系40および投影光学系50は上述した内容のものである。

【0052】表示対象物の投影用画像に関する2次元画像データはデジタル入出力端子24を経由してホストコンピュータ3からインタフェース66に入力されたり、あるいは記録メディア4からインタフェース66に入力される。

【0053】一般に画像データは他の種類のデータに比べデータ量が多いため、インタフェース66に入力される2次元画像データにはMPEG2方式等によるデータ圧縮が施されている場合も多い。この場合は、圧縮された2次元画像データを伸張（復元）する必要がある。そこで、図8の構成では圧縮された2次元画像データを伸張するためのデータ伸張器65が設けられている。なお、インタフェース66に入力される2次元画像データにデータ圧縮が施されていない場合ではデータ伸張器65を設ける必要性はない。

【0054】伸張された2次元画像データは、DMD33における投影用画像の生成を制御するDMD駆動部60に与えられる。DMD駆動部60はDMD33とDMDコントローラ62とメモリ63a、63bとを備えている。メモリ63a及び63bはそれぞれ独立に書き込み又は読み出しが制御されるように構成され、それぞれが複数の2次元画像データを記憶する記憶手段として機能する。DMDコントローラ62はDMD33に対して階調信号を与えたり、位置検出器73で検出されるスクリーン38の回転角度に応じてカラーフィルタ43を駆

動するためのドライバ 71 を制御するとともにメモリ 63a, 63b における書き込み動作と読み出し動作とを制御する。

【0055】ここで、記憶手段となるメモリの構成について説明する。上述した例示のように体積走査を行う場合に DMD 33 で生成できる投影用画像の数を 60 枚とする。立体表示を行うには投影用画像をスクリーン 38 の回転角度に応じて断続的に投影するので、60 枚の投影用画像群を 1 シーンとするとその投影用画像群に含まれる 2 次元画像データを順次に繰り返して DMD 33 にデータ転送する必要がある。このため、DMD 33 に 2 次元画像データを供給するためのメモリの記憶容量は、少なくとも 1 シーンに相当する 60 枚分の 2 次元画像データを記憶しておくことのできるメモリサイズが必要になる。

【0056】つまり、2 次元画像データ用のメモリサイズが小さい場合、例えば 60 枚に満たない画像分の 2 次元画像データしかメモリに記憶することができない場合は、ホストコンピュータ 3 あるいは記録メディア 4 から画像ごとに 2 次元画像データを繰り返し転送し続けると静止画像ですら適切に立体表示することができない。一般にはホストコンピュータ 3 あるいは記録メディア 4 から 2 次元画像データを転送する際の速度はメモリから DMD 33 に対して 2 次元画像データを供給する際の速度に比べて低速であるため、高速回転するスクリーン 38 の回転位置に応じた 2 次元画像データの供給が間に合わないという事態が生じ、適切な立体表示ができなくなるのである。

【0057】これに対して、60 枚分以上のメモリサイズがあれば、1 シーンを構成する投影用画像群についての 2 次元画像データを全てメモリに格納しておくことができるので、一旦メモリに 2 次元画像データを格納しておけば、このメモリからスクリーン 38 の回転位置に応じて 2 次元画像データを順次に DMD 33 に与えることによって適切に立体画像の表示を行うことができるのである。

【0058】以上のことは、立体表示を行う際に静止画像を表示する場合であっても動画像を表示する場合であっても同様である。

【0059】そして次に、動画像を表示する場合のメモリ構成について説明する。カラー表示を行うために R, G, B の各色成分ごとの画像を構成すると、これら R, G, B 画像が 1 組で 1 枚の投影用画像を構成することになる。したがって、60 枚分を R, G, B の各色成分に対応させると各色成分ごとの画像は 20 枚の構成となる。このため、1 枚の立体表示を行うために必要なメモリサイズは、上記図 7 に示した投影用画像の大きさについて考えると、 $256 \times 256 \times 3 \times 20 = 3,750 \text{ Byte}$ ($= 30 \text{ Mbit}$) となる。

【0060】図 9 は、メモリの構成例を示す図である。

図 9 (a) は R, G, B の各色成分の画像ごとに 1 つのメモリを使用する例を示しており、R, G, B に対応する 3 つのメモリで 1 つの投影用画像についての 2 次元画像データを記憶する。したがって、図 9 (a) の場合は個々のメモリのメモリサイズは小さくともよいが 1 シーン分の 2 次元画像データを記憶するために少なくとも 60 個のメモリが必要となる。また、図 9 (b) は 1 つのメモリで構成した例を示しており、図 9 (c) は 2 つのメモリで構成した例を示している。

【0061】表示する立体画像が静止画像であれば、図 9 (b) のようにメモリ 1 つの構成で 1 シーン全ての投影用画像群に関する 2 次元画像データを記憶しておき、それを順次に繰り返して DMD 33 に出力することにより立体表示することができる。しかしながら、動画像を表示する場合には、スクリーン 38 の回転に伴って 1 シーンとして表示すべき投影用画像の内容が時々刻々と変化していくため、メモリ内の 2 次元画像データを順次に更新していく必要がある。つまり、動画像を扱う場合には、2 次元画像データの読み出し (表示) と書き込み

(更新) とを並列的に同時に行うことが必要である。このため、図 9 (b) に示すようなメモリ 1 つの構成では記憶された 2 次元画像データの読み出しと新たな 2 次元画像データの書き込みとを同時に行うことができず、動画像表示に対応することができない。

【0062】一方、図 9 (a) および (c) に示すように複数のメモリを備える構成の場合は、読み出し対象となるメモリと書き込み対象となるメモリとを順次に切り換えていくようにすれば、2 次元画像データの読み出しと書き込みとを時間的に並行して行うことができ、動画像表示に対応することができる。

【0063】そこで、図 9 (a) と (c) とのメモリ構成を比較した場合、(a) の構成では 60 個のメモリが存在するため、装置構成が複雑化するとともに、読み出し対象となるメモリと書き込み対象となるメモリとを順次に切り換えていく際のメモリ制御も複雑化するのに対し、(c) の構成では 2 つのメモリで読み出し対象と書き込み対象とを交互に切り換えていけばよいため構成およびメモリ制御が比較的簡単になる。このため、この実施形態では表示対象物の動画像を立体表示することのできるメモリ構成として図 9 (c) のメモリ構成を採用したものを一例として図 8 に示している。

【0064】ところが、図 9 (c) に示すメモリ構成を採用するにあたってはデータ転送速度の問題を解決する必要がある。図 9 (c) の構成の場合は、1 シーン分の $256 \times 256 \times 3 \times 20 \text{ Byte}$ の 2 次元画像データを 2 つのメモリで分離して記憶する。この場合は、第 1 メモリに格納された $256 \times 256 \times 3 \times 10 \text{ Byte}$ の 2 次元画像データを読み出して DMD 33 に供給している間に第 2 メモリに対して次の $256 \times 256 \times 3 \times 10 \text{ Byte}$ の 2 次元画像データを格納しなければなら

ない。既述したようにホストコンピュータ 3 あるいは記録メディア 4 から 2 次元画像データを転送する際の速度はメモリから DMD 33 に対して 2 次元画像データを供給する際の速度に比べて低速であるため、一方のメモリからの 1/2 シーン分の 2 次元画像データを読み出している間に他方のメモリに次の 1/2 シーン分の 2 次元画像データの書き込みが完了しないことも考えられる。このような事態が発生すると、スクリーン 38 が 1 回転するときの後半部分については投影用画像の投影ができなくなるのである。

【0065】この問題を解決するために、この実施形態においては図 9 (c) に示すメモリ構成を採用するにあたって、各メモリの記憶容量を少なくとも 1 シーン分の 2 次元画像データを記憶することができるように構成する。例えば、図 10 に示すようにそれぞれのメモリについて $256 \times 256 \times 3 \times 20 \text{ Byte}$ のメモリサイズを確保し、それぞれのメモリで 1 シーン分の 2 次元画像データを記憶することができるように構成するのである。このような構成を採用することによって、一方のメモリからの 1 シーン分の 2 次元画像データ（先に入力した先行データ群）を読み出している間に他方のメモリに次の 1 シーン分の 2 次元画像データ（先行データ群よりも後に入力される後続データ群）の書き込みが完了していない場合には、もう一度繰り返して前回と同じシーンを表示することができるのである。この結果、投影用画像がとぎれることなくスクリーン 38 上に投影され続けるため、残像効果を維持することができる。

【0066】したがって、この実施形態では図 8 に示すメモリ 63a とメモリ 63b とのそれぞれは、1 シーン分、すなわち、表示対象物の立体画像を表示するのに必要な投影用画像群の全ての 2 次元画像データを記憶することができるメモリサイズを有するように構成される。

【0067】図 8 の説明に戻り、システムコントローラ 64 は、投影レンズ系 51 における像回転補償機構 34 の回転動作及びモータ 74 の動作を制御するスクリーンコントローラ 72 に対して駆動指令を与える。また、システムコントローラ 64 は白色光源 41 を駆動するドライバ 70 の制御や、インタフェース 66 及びデータ伸張器 65 を管理・制御して DMD 駆動部 60 に対する 2 次元画像データの供給状況等の DMD コントローラ 62 への伝達等を行う。

【0068】また、システムコントローラ 64 は、表示対象物についての立体表示の形態を隠面消去処理が施されていない半透明像とするか、隠面消去処理を施した表面のみ視認可能とするかの切り換え制御も行う。隠面消去処理を施した立体画像を表示する際には、システムコントローラ 64 がカメラ 10 から得られる画像に基づいて立体画像表示装置 1 に対する観察者の位置する方向を特定し、それによってスクリーン 38 の周囲のどの位置を基準として隠面消去処理が施された立体表示を行うか

を特定する。そして、システムコントローラ 64 は、特定された位置を基準として隠面消去処理された投影用画像に関する 2 次元画像データをメモリ 63a, 63b に格納させるように動作する。この処理の詳細については後述する。

【0069】さらに、システムコントローラ 64 はキャラクタージェネレータ 69 に対して液晶ディスプレイ 21 の画面上に適切な文字や記号等を表示させるための指示を与えると同時に、着脱可能な操作スイッチ 22 からの入力情報をも入力することができるように構成されている。操作スイッチ 22 と立体画像表示装置 100 とは赤外線通信を行うように構成されており、立体画像表示装置 100 側には赤外線通信用の送受信部 75a とドライバ 75b とを有し、操作スイッチ 22 側には送受信部 76a とドライバ 76b とを有している。

【0070】なお、2 次元画像データに含まれる音声データは、データ伸張器 65 の内部に設けられた図示しないオーディオデコーダによって復元され、そこで得られた音声データは D/A 変換器 68a とアンプ部 68b とを経由してスピーカ 25 から出力される。また、電源 67 は図 8 に示す立体画像表示装置 100 の各部に対して電源供給を行う。

【0071】図 11 は、図 8 に示した構成のうちのメモリの読み出し及び書き込みの制御を行うための要部を抜き出した図である。上述したようにこの実施形態においては表示対象物の立体像を時々刻々と変化させて表示対象物に関する動画像を表示させるために 2 個のメモリ 63a, 63b を設け、一方のメモリへの書き込み動作と他方のメモリからの読み出し動作とを時間的に並行して行うような構成とされている。具体的には、DMD コントローラ 62 内におけるメモリ制御部 62a が読み出し対象となるメモリと書き込み対象となるメモリとを切り換える制御手段として機能し、位置検出器 73 によって得られるスクリーン 38 の回転角度に応じてメモリ 63a 及び 63b の読み出し動作と書き込み動作とを交互に切り換える。なお、このメモリ制御部 62a と 2 個のメモリ 63a, 63b が一体となって表示対象物の 1 シーンの全体を複数の投影用画像によって集合的に表現した 2 次元画像データ群を入力した際に一時的にバッファするバッファ手段として機能する。

【0072】データ伸張器 65 から供給される 2 次元画像データはメモリ 63a, 63b の双方に供給されるが、2 つのメモリのうちのメモリ制御部 62a によって書き込み指令の与えられたメモリのみが指定されたアドレスから順次 2 次元画像データを書き込んでいく（又は更新していく）。その一方で、メモリ制御部 62a から読み出し指令の与えられたメモリは既に格納している複数の 2 次元画像データをメモリ制御部 62a からの指令に基づいて順次出力して DMD 33 に与える。

【0073】メモリ制御部 62a は位置検出器 73 から

得られる回転角度に基づいてDMD 33において投影用画像の生成を行わせるべく、一方のメモリ63a（又は63b）に対して読み出しアドレスを指定することによって2次元画像データの読み出し動作を制御することにより、投影用画像の表示を制御する。そして、1シーン分の投影用画像群の投影を完了したときに、他方のメモリ63b（又は63a）に対する次の1シーン分の2次元画像データの書き込みが終了しているかどうかを調べ、終了している場合には読み出し対象と書き込み対象とのメモリを切り換え、終了していない場合には読み出し対象である一方のメモリ63a（又は63b）から再度繰り返して同じシーンを投影させるべく、1シーン分の2次元画像データを順次読み出すように制御する。

【0074】図12はこのようなメモリ63a、63bにおける動作の一例を示すタイミング図である。なお、図12に示す「W」は1シーン分の書き込み動作時間を示しており、「R」は1シーン分の読み出し動作時間を示している。上記のように1シーン分の2次元画像データ群を一方のメモリに書き込んでいる間は他方のメモリからの読み出し動作を繰り返し行うようにすると、メモリ63a、63bのタイミング動作は図12（a）と（b）との2つのパターンが考えられる。図12（a）では書き込み対象となっているメモリへの1シーン分の2次元画像データの書き込みが終了した時点で直ちに書き込み対象と読み出し対象とのメモリを切り換えるのではなく、読み出し対象のメモリがその時点で読み出し動作を行っている1シーン分の2次元画像データを全て読み出した後の時点で切り換えを行うようなタイミング動作となっている。一方、図12（b）では書き込み対象となっているメモリへの1シーン分の2次元画像データの書き込みが終了した時点で直ちに書き込み対象と読み出し対象とのメモリを切り換えるようなタイミング動作となっている。

【0075】これらいずれのタイミング動作もメモリ制御部62aによる制御で実現可能であるが、図12

（b）の場合は書き込み対象となっているメモリへの1シーン分の2次元画像データの書き込みが終了した時点で直ちに切り換えを行うため、その時点で表示中である表示対象物の1シーンがとぎれてしまうとともに、シーンごとの表示における原点角度がずれてしまうことになる。このような不都合は、表示対象物の形状等によっては特に問題とならないこともあると考えられるが、図12（a）のようなタイミング動作を行うように制御すれば予めそのような不都合を回避することができるので好ましい。

【0076】このような制御を行うメモリ制御部62aの詳細を機能ブロック図として示すと図13に示すようになる。すなわち、位置検出器73から得られる回転角度に応じたパルス信号をカウンタ81がカウントしてその結果を読み出しアドレス発生部82と切換部84に送

る。読み出しアドレス発生部82では、カウント結果に基づいてスクリーン38の現在位置に適した断面画像を特定してその2次元画像データを読み出すための読み出しアドレスを発生させる。一方、書き込みアドレス発生部83は、システムコントローラ64から伝達されるデータ伸張器65からの2次元画像データの供給状況に基づいて供給される2次元画像データの書き込みアドレスを発生させる。読み出しアドレス発生部82と書き込みアドレス発生部83とで発生するアドレスはそれぞれ切換部84に導かれる。そして切換部84はカウンタ81からの回転角度に基づいて1シーン分の投影用画像群の投影を完了したと判断したときに他方のメモリに対する次の1シーン分の2次元画像データの書き込みが終了しているかどうかを調べて、終了している場合には読み出し対象と書き込み対象とのメモリを切り換えて読み出しアドレスと書き込みアドレスとの送出先を切り換え、終了していない場合には切り換え動作を行わない。

【0077】このような構成および制御を行うことにより、スクリーン38の回転に伴ってスクリーン38上に投影される投影用画像を更新していくことができ、体積走査による立体表示において表示対象物の動画像をも表示することが可能になる。また、読み出し対象となっているメモリから1シーン分の投影用画像群に関する2次元画像データの読み出しが終了したときに、ホストコンピュータ3等からの入力又はデータ伸張器65における伸張処理が未だ終了しておらず、他方のメモリに対する2次元画像データの書き込み（更新）が完了していない場合であっても、スクリーン38上に投影される投影用画像がとぎれることを回避することができ、常に適切な立体表示を維持することが可能になる。

【0078】次に、投影用画像に関する2次元画像データの生成について説明する。図14は図8のホストコンピュータ3における機能構成を示すブロック図である。ホストコンピュータ3のCPU3aは、立体データ記憶部91、立体表示条件入力部92、断面画像演算部93、隠面処理部94として機能する。そして、表示対象物の3次元画像データ及び表示対象物の3次元画像データに対して隠面消去処理を施した3次元隠面消去画像データから、スクリーン38の回転角度に対応させた断面画像ごとに2次元画像データを導出することで、予め断面画像および隠面消去画像を生成して、それらの画像データを立体画像表示装置100側に供給する。

【0079】立体データ記憶部91は表示対象物の3次元画像データを記憶する。表示対象物の形態が時間的に変化するような場合、立体データ記憶部91に記憶される3次元画像データは表示対象物の動画像についてのデータとなる。一例を挙げると、表示対象物の初期状態から最終状態に至るまでの各形態をそれぞれ1つの3次元画像データとして立体データ記憶部91に格納することによって、表示対象物の動画像に関する3次元画像デー

タを記憶させておくことができる。

【0080】立体表示条件入力部92は表示対象物をどのような大きさや姿勢で表示するかについての表示条件等を設定入力するためのものである。

【0081】隠面処理部94は立体データ記憶部91に記憶されている表示対象物の3次元画像データに対して隠面消去処理を施して所定の視点を基準として隠面消去のされた3次元画像データ、すなわち3次元隠面消去画像データを生成する。

【0082】隠面消去処理を行う際には、表示対象物の周囲のどの視点を基準として隠面消去を行うかが重要な要素となる。一方、立体画像表示装置100は回転するスクリーン38の周囲の任意の位置から表示対象物に関する立体像を視認することができる。したがって、隠面処理部94は、図15に示すように表示対象物300を上方側から見たときの、表示対象物300の外形の中心位置に原点P0を設定し、その原点P0を中心として所定角度幅ごとに放射状に分割された複数の領域R1～R8を設定する。なお、分割によって生成される領域の数は任意であるが、この実施の形態では8個の場合を例示して説明する。図15に示すように、表示対象物300の中心を基準として放射状に設定された複数の領域R1～R8のそれぞれに一つの代表点が設定されている。代表点は各領域における観察者の視点を仮定するための点であり、各領域R1～R8にはそれぞれ代表点P1～P8が設定されている。なお、各代表点P1～P8は、それぞれの領域R1～R8において原点P0から均等な距離であって、かつ、原点P0を通過して各領域R1～R8を等分するような線上に定められる。

【0083】そして、隠面処理部94は、上記のように設定された各領域R1～R8のそれぞれについて、代表点から表示対象物を見たときの隠面を消去するための処理を行い、3次元隠面消去画像データを生成する。すなわち、3次元隠面消去画像データは、各領域R1～R8のそれぞれについて生成されるのである。

【0084】3次元隠面消去画像データの生成について説明する。図16は3次元隠面消去画像データを生成するための概念を示す図である。なお、図16では、図15における領域R5における代表点P5を基準として隠面消去処理を施す場合について例示している。図16

(a)に示すように、代表点P5から3次元画像データで規定される表示対象物に対して多数の仮想線301を設定する。そして、代表点P5を起点として表示対象物300に向かって各仮想線301を探索していき、最初に表示対象物300の表面と交差する点Qを特定する。この交点Qが代表点P5を視点として表示対象物300を観察したときに観察者によって視認される点となる。したがって、このような交点Qの集合を用いて3次元データを表現すると、3次元画像データのうちの代表点P5からは見えない部分についてはデータが無効とされた

3次元隠面消去画像データが生成される。なお、仮想線301の数は多いほど3次元隠面消去画像データの精度が向上することは明らかである。この結果、図16

(b)に示すように表示対象物300のうち代表点P5から視認できる部分(実線部分)については有効な3次元画像データとなり、代表点P5からは視認できない部分(点線部分)については無効な3次元画像データとなつて、有効な3次元画像データのみで構成された3次元隠面消去画像データが生成される。

【0085】なお、上記図16においては、領域R5の代表点P5を例示して説明したが、他の全ての領域についても同様の手順で各代表点を基準とした3次元隠面消去画像データが生成される。また、動画像の場合は、表示対象物の初期状態から最終状態に至るまでの各形態のそれぞれについて上記のような隠面消去処理を行い、それぞれの形態について3次元隠面消去画像データが生成される。

【0086】図14に戻り、断面画像演算部93は立体データ記憶部91から与えられる3次元画像データ、および、隠面処理部94から与えられる3次元隠面消去画像データに対して、立体表示条件入力92から得られる表示条件に基づいて所定の角度刻みごとに表示対象物を切断した断面画像の2次元画像データを生成する。つまり、3次元画像データに基づいて2次元画像データを生成すると、その2次元画像データは隠面消去処理の施されていない表示対象物の断面画像を表現するものであるのに対し、3次元隠面消去画像データに基づいて2次元画像データを生成すると、その2次元画像データは隠面消去処理の施された表示対象物の断面画像(隠面消去画像)を表現するものとなる。

【0087】図17は、断面画像演算部93において行われる3次元画像データから2次元画像データへの変換過程を示す図である。まず、図17(a)のような表示対象物の3次元画像データ(3次元隠面消去画像データを含む)に対して、回転表示を行う際の中心軸となる回転軸を設定する。この状態が図17(b)である。そして、3次元画像データを1回転で何分割するかを設定し、図17(c)に示すように分割数に応じて表示対象物をほぼ均等な角度ごとの放射面状に切断する。この切断によって導かれる表示対象物の断面像を画像データとして表現することにより、図17(d)に示すような所定角度ごとに切断された表示対象物の断面画像に関する2次元画像データが生成される。

【0088】図17(d)に示すような1回転する際に表示対象物の立体画像を表示するのに必要な断面画像群の全ての2次元画像データが1シーン分の2次元画像データとなる。この1シーン分の2次元画像データに基づいて立体表示を行うことにより、表示対象物がある一つの状態にあるときの立体画像を投影することができるのである。そして、動画像の場合は、断面画像演算部93

において表示対象物の初期状態から最終状態に至るまでの各形態のそれぞれについて、1シーンを1つのまとまりとする2次元画像データが複数シーン分順次に導出されていき、それらデータが順次に立体画像表示装置100側に供給されていくのである。

【0089】なお、3次元隠面消去画像データに対して上記と同様の処理を行うことにより、断面画像において隠面が消去された隠面消去画像に関する2次元画像データが生成される。

【0090】図18は、上記のようなホストコンピュータ3の処理によるデータフローを示す図である。図18に示すように、ホストコンピュータ3は表示対象物に関する3次元画像データWDを入力すると、その3次元画像データWDから複数の領域のそれぞれを基準として隠面消去処理した3次元画像データHD1, HD2, …, HD8が生成される。そして断面画像演算部93にて、3次元画像データWDからは2次元画像データWCが生成され、隠面消去処理された複数の3次元画像データHD1～HD8のそれぞれからは2次元画像データHC1, HC2, …, HC8が生成される。そして、2次元画像データWC, HC1, HC2, …, HC8は、それぞれ所定角度ごとに切断された断面画像に関する複数の2次元画像データを含むことになる。

【0091】なお、導出された2次元画像データは必要に応じてMPEG2等の方式によりデータ圧縮が行われる。

【0092】<4. 立体表示における隠面消去表示>次に、立体画像表示システム1での立体像の隠面消去表示のための制御機構について説明する。

【0093】既述したように、システムコントローラ64には、カメラ10によって得られる画像が入力されており、システムコントローラ64はこの画像に基づいて観察者の位置を特定する。

【0094】図19は、立体画像表示装置100における観察者の位置を特定するための概念を示す図である。図19(a)は部屋5内に観察者がいない状態でカメラ10が取り込んだ画像G10を示しており、その中央部分には立体画像表示装置100を上方側から撮像した画像が含まれる。また、図19(b)は複数の観察者が部屋5内に存在する状態でカメラ10が取り込んだ画像G20を示しており、図19(c)はシステムコントローラ64によって生成される観察者特定のための画像G30を示している。

【0095】まず、図19(a)に示すようにシステムコントローラ64は観察者のいない状態で部屋5内を撮像した画像G10を記憶しておく。そして、システムコントローラ64は、画像G10に対し、3次元隠面消去画像データを生成するときと同様に、立体画像表示装置100の中心位置、すなわちスクリーン38の回転軸を基準にして、その周囲を所定角度幅ごとに放射状に分割

された複数の領域R1～R8を設定する。この複数の領域R1～R8は図15に示した複数の領域と対応するように設定される。

【0096】そして、観察者Bが部屋5内に存在する状態で得られた画像G20を入力すると、システムコントローラ64は画像G10と画像G20との画像成分の差分を求めることによって画像G30を生成する。すなわち、 $\text{画像G30} = \text{画像G20} - \text{画像G10}$ となる。この演算によって、部屋5内に存在する固定配置されたものについては画像G30からは除去されるため、観察者Bの分布状態のみが画像G30の構成要素となる。

【0097】したがって、システムコントローラ64は画像G30における複数の領域R1～R8のうちのどの領域に観察者Bが位置するかを特定することができる。ただし、複数の観察者Bが存在する場合には、図19

(c)に示すように複数の領域に観察者Bが位置する場合がある。その場合、システムコントローラ64は複数の領域R1～R8のうちのどの領域に観察者が最も多いかを特定する。このため、図19(c)の場合には、領域R2が特定されることになる。換言すれば、システムコントローラ64はスクリーン38の周囲を所定角度幅で分割して得られた複数の領域R1～R8のうちからいずれか1つの領域を選択するのである。この選択される領域は、立体像の隠面消去表示を行うための基準となる視点が含まれる領域である。

【0098】そして、システムコントローラ64は立体表示における隠面消去表示を行う際に、選択された領域R2について隠面消去処理の施された2次元画像データ(2次元隠面消去画像データ)をメモリ63a, 63bに供給するように動作する。

【0099】具体的には、図8に示す記録メディア4に2次元画像データおよび各領域ごとの2次元隠面消去画像データが記録されている場合は、システムコントローラ64が記録メディア4から領域R2に関する2次元隠面消去画像データを読み出すように指令することで、記録メディア4からデータ伸張器65を介してメモリ63a, 63bに導かれる投影用画像のデータが観察者の位置に応じて隠面消去処理された2次元隠面消去画像データとなるように制御される。

【0100】一方、ホストコンピュータ3から直接的に投影用画像に関するデータを入力する場合には、システムコントローラ64はホストコンピュータ3に対し、供給するデータを領域R2についての2次元隠面消去画像データとするように指令する。この指令によって、ホストコンピュータ3は投影用画像として立体画像表示装置100に対して供給する画像を領域R2の代表点P2を基準として生成された隠面消去画像とし、その隠面消去画像についての2次元隠面消去画像データを供給する。

【0101】ここで、この実施の形態では、隠面消去された立体表示と隠面消去のされていない立体表示との双

方を行うことができるように構成されており、いずれの形態で立体表示を行うかは、表示モードの切り換えによって行われる。この表示モードの切り換えは、観察者が操作スイッチ 22 に対して所定の操作を行うことによりシステムコントローラ 64 が行う。

【0102】まず、静止画像の場合のモード切り換え制御について説明する。

【0103】例えば、隠面消去のされていない表示対象物に関する静止画像を表示しているときの表示モードの切り換えにおいては、モード切り換え操作が行われたときに、システムコントローラ 64 が記録メディア 4 等から隠面消去画像についての 2 次元画像データを読み出してメモリ 63a（又は 63b）に対して供給する。メモリ 63a、63b のうちの一方には、現在表示中の隠面消去のされていない 2 次元画像データが格納されているため、メモリ制御部 62a は他方のメモリに対して書き込みアドレスを発生させて記録メディア 4 等から供給される隠面消去された 2 次元画像データの書き込みを制御する。そして、他方のメモリへの書き込み動作が終了すると、メモリ制御部 62a が読み出し対象のメモリを隠面消去された 2 次元画像データが格納されたメモリに切り換えることによって、隠面消去された 2 次元画像データが DMD 33 に供給されることとなり、隠面消去画像が投影用画像としてスクリーン 38 に投影されることになる。なお、隠面消去画像の立体表示中に隠面消去されていない立体表示に表示モードを切り換える制御動作も上記と同様にして行うことができる。

【0104】次に、動画像の場合のモード切り換え制御について説明する。

【0105】例えば、隠面消去のされていない表示対象物に関する動画像の表示中は、記録メディア 4 等からメモリ 63a、63b に対して順次に連続するシーンの 2 次元画像データが供給され続けている。そして、モード切り換え操作が行われると、システムコントローラ 64 は、記録メディア 4 等からの読み出し対象となる 2 次元画像データを隠面消去されていない断面画像から隠面消去画像に切り換える。このとき、動画像表示が n 番目

（n は任意の数）のシーンまで進んでいるときには、隠面消去画像の動画像は（n+1）番目のシーンから読み出しが行われる。こうすることによって、一連の動画像の再生の途中における表示モードの切り換えが良好に行えることになる。具体的には、隠面消去されていない動画像の立体表示中においてメモリ 63a、63b に対して連続するシーンが順次に与えられており、書き込み対象となるメモリと読み出し対象となるメモリが図 12 に示したように順次に切り換えられている。そして、例えば、メモリ 63a に対して n 番目のシーンの隠面消去されていない 2 次元画像データが書き込まれているときに、モード切り換え操作が行われると、次にメモリ 63b には（n+1）番目のシーンの隠面消去画像に関する

2 次元画像データが書き込まれていくのである。このように制御することによって、隠面消去された動画像に関する 2 次元画像データが DMD 33 に供給されることとなり、隠面消去画像が投影用画像としてスクリーン 38 に投影されることになる。なお、隠面消去画像の立体表示中に隠面消去されていない立体表示に表示モードを切り換える制御動作も上記と同様にして行うことができる。

【0106】このようにこの実施の形態では、隠面消去された立体表示と隠面消去されていない立体表示とを表示モードの切り換えによって選択的に行うことが可能となっている。一般に、隠面消去された立体像は既述のように表面のみ視認可能となるため、表示対象物の外観形状を立体表示するような場合に適しているのに対し、隠面消去されていない立体像は既述のように半透明像となるため、表示対象物の内部構造等を把握するための立体表示に適している。したがって、この実施の形態のように表示モードの切り換えを行うことができるように構成することによって、観察者が所望の表示形態を選択することが可能である。

【0107】＜5. 投影用画像の補正＞次に、投影用画像の補正の必要性について説明する。投影用画像を補正することが必要な点として、2 つの点がある。第 1 には、スクリーン 38 への投影用画像の投影においてスクリーン 38 の上方と下方との間での光路長の相違による投影用画像のひずみを補正することである。第 2 には、スクリーン 38 を 180° 回転させた時点で 1 回の体積走査が完了するようにした場合に、スクリーン 38 の投影面が観察者に対して前面側にあるときと裏面側にあるときとで、投影する投影用画像を左右反転させることである。

【0108】まず、第 1 の投影用画像の補正について説明する。立体画像表示装置 100 においては立体像の観察に際して観察者の視線を防がないために、図 5 に示すように、投影ミラー 37 はスクリーン 38 の正面よりも斜め下方にずらした位置に配置されている。従ってスクリーン 38 の上方と下方とで光路長が異なり、スクリーン 38 の下方に比べて上方では断面像が相対的に大きく拡大されて投影されることになる。この状態では立体像がいびつになるので、投影用画像のスケールの差を補正する必要がある。

【0109】投影用画像の補正方法の一例としては、DMD 33 で生成される投影用画像に、予め像の上方と下方とでスケールに差を与える補正を施す方法がある。具体的には、実際に投影したい投影用画像 G3 が図 20

(a) に示すような矩形環状であるとき、DMD 33 で生成される投影用画像 G4 は、図 20 (b) に示すように下方に比べ上方でスケールを縮小した台形環状の像となるように DMD 33 に与える 2 次元画像データを補正しておく。この補正を行う補正手段としては、ホストコ

ンピュータ3側で2次元画像データを生成する際に下方に比べて上方のスケールを縮小するようにしてホストコンピュータ3自体を補正手段としてもよく、また図8に示すデータ伸張器65において伸張を行う際に補正するようにしてデータ伸張器65を補正手段としてもよく、さらにはデータ伸張器65の後段側に上記のような補正を行う補正手段を単体で設けてもよい。なお、スケールの縮小率は、スクリーン38への投影の際の拡大係率を打ち消すように設定することが好ましいため、補正手段は立体画像表示装置100側に設けることが好ましい。

【0110】また、投影用画像の補正方法の他の例としては、例えば、光軸に対して非対称な屈折特性を有するレンズ系（上方側には倍率が小さく、下方側には倍率が大きくなるレンズ系）を投影光学系に配置する方法がある。この場合、当該レンズ系は、投影ミラー36と投影ミラー37の間、投影ミラー37とスクリーン38との間、DMD33と像回転補償機構の間に配設することができる。

【0111】また、投影ミラー36と投影ミラー37のいずれかを上方側に投影される光に対しては像を縮小し、下方側に投影される光に対しては像を拡大するような複数の曲率を有する曲面ミラーにする方法を採用しても良い。なお、投影ミラー36と投影ミラー37をともに曲面ミラーにして、最終的にスクリーン38に投影する際に、上方側に投影される光に対しては像を縮小し、下方側に投影される光に対しては像を拡大するようにしても良い。

【0112】次に、第2の投影用画像の補正について説明する。スクリーン38が360°回転する際に投影する投影用画像群の全ての2次元画像データをメモリ63a、63bに格納し、スクリーン38の360°回転を1回の体積走査とする場合はスクリーン38の投影面が観察者に対して前面側と裏面側のいずれにあるときでも適切な投影用画像の投影を行うことができる。

【0113】しかしながら、スクリーン38が180°回転する際に投影する投影用画像群の2次元画像データをメモリ63a、63bに格納し、スクリーン38の180°回転を1回の体積走査とする場合はスクリーン38上に非回転対称の立体像を投影する際には投影面が前面側にあるときと裏面側にあるときとで投影用画像を左右反転させることが必要になる。なぜなら、例えば表示対象物としてコーヒーカップの立体像を表示させようとして左右反転を行わない場合には表示対象物のコーヒーカップには取っ手部分が1つしかないにもかかわらず、立体表示される表示像には回転軸に対して対称な位置関係に2つの取っ手部分が表示されることになるからである。

【0114】この左右反転を行う方法の一例として、メモリ63a、63bからDMD33に対して2次元画像データを供給する際におけるメモリ63a、63bの読

み出しアドレスをスクリーン38の回転角度に応じて切り換える方法がある。この方法では、スクリーン38が180°回転するごとに投影用画像を反転させるために、投影用画像における水平方向についてのデータ読み出し順序を切り換えるだけでよく、投影用画像の垂直方向については変更する必要がない。

【0115】例えば、投影用画像の大きさが図7に示したような256画素（水平方向）×256画素（垂直方向）である場合、各メモリ63a、63bから2次元画像データを読み出す際の水平アドレスは8ビットとなり、水平方向の0番目～255番目までの画素を指定することができる。そして、図11に示したメモリ制御部62aが位置検出器73から得られるスクリーン38の回転角度に応じてメモリ63a、63bからDMD33に与える2次元画像データの水平方向の読み出し順序を切り換える。

【0116】図21は、スクリーン38の回転角度 θ に応じてメモリ63a、63bからの読み出し順序を示す図である。図21に示すように、メモリ63a、63bにはスクリーン38が180°回転する際に投影する投影用画像群として n 枚分の2次元画像データが格納される。そして図21(a)に示すようにスクリーン38の回転角度 θ が $0^\circ \leq \theta < 180^\circ$ の範囲内である場合には、 n 枚分の2次元画像データはそれぞれ水平方向の右方向に順次1画素ずつの画像データD0、D1、D2、…、D255が読み出されてDMD33に供給される。これに対し、図21(b)に示すようにスクリーン38の回転角度 θ が $180^\circ \leq \theta < 360^\circ$ の範囲内である場合には、 n 枚分の2次元画像データはそれぞれ水平方向の左方向に順次1画素ずつの画像データD255、D254、D253、…、D0が読み出されてDMD33に供給される。

【0117】つまり、スクリーン38の回転角度 θ が $0^\circ \leq \theta < 180^\circ$ の範囲内である場合には第1の読み出しモードとして2次元画像データのそれぞれの画像データを回転軸Zに直交する水平方向の右方向に順次読み出していくのに対し、スクリーン38の回転角度 θ が $180^\circ \leq \theta < 360^\circ$ の範囲内である場合には第2の読み出しモードとして2次元画像データのそれぞれの画像データを回転軸Zに直交する水平方向の左方向に順次読み出していくのである。

【0118】このような読み出し順序を切り換えるための制御機構の一例を図22に示す。図22には図13に示した読み出しアドレス発生部82の詳細構成を示している。図22に示すように読み出しアドレス発生部82は第1アドレス発生部82aと第2アドレス発生部82bとアドレス選択部82cとを備える。第1アドレス発生部82aはスクリーン38の回転角度 θ が $0^\circ \leq \theta < 180^\circ$ の範囲内にあるときの読み出しアドレスを発生し、第2アドレス発生部82bはスクリーン38の回転

角度 θ が $180^\circ \leq \theta < 360^\circ$ の範囲内にあるときの読み出しアドレス（すなわち第1アドレス発生部82aで発生される水平方向の読み出し順序を逆順序に設定した読み出しアドレス）を発生する。第1アドレス発生部82aおよび第2アドレス発生部82bは双方ともカウンタ81から得られるカウント結果に基づいてスクリーン38の現在位置に適した投影用画像を特定してその2次元画像データを読み出すための読み出しアドレスを常時発生させる。

【0119】図23はこれらのアドレス発生部82a、82bで発生される8ビットの水平アドレス信号の一例を示す図である。図23において、(a)は第1アドレス発生部82aで発生されるアドレス信号を示しており、(b)は第2アドレス発生部82bで発生されるアドレス信号を示している。なお、図23(a)、(b)においてA0～A7はビット単位ごとの信号を示している。

【0120】図23に示すように、スクリーン38の回転角度が $0^\circ \leq \theta < 180^\circ$ の範囲内にあるときと $180^\circ \leq \theta < 360^\circ$ の範囲内にあるときとは各ビット信号A0～A7はレベル反転した関係にある。この結果、 $0^\circ \leq \theta < 180^\circ$ の範囲内にあるときには図21(a)に示した順序で1画素ごとのデータが読み出されていき、 $180^\circ \leq \theta < 360^\circ$ の範囲内にあるときには図21(b)に示した順序で1画素ごとのデータが読み出されていく。なお、図23に示すように2次元画像データの2ライン目以降についても1ライン目と同様の読み出し手順（方向）で読み出しアドレスを設定する。

【0121】このようにして第1アドレス発生部82aと第2アドレス発生部82bとの双方で発生された読み出しアドレスはアドレス選択部82cに導かれる。アドレス選択部82cではカウンタ81から得られる回転角度 θ が $0^\circ \leq \theta < 180^\circ$ の範囲と $180^\circ \leq \theta < 360^\circ$ の範囲とのいずれの範囲内にあるかを調べ、 $0^\circ \leq \theta < 180^\circ$ の範囲内にある場合には第1アドレス発生部82aで発生されたアドレス信号（図23(a)参照）を上述した切換部84に供給し、また、 $180^\circ \leq \theta < 360^\circ$ の範囲内にある場合には第2アドレス発生部82bで発生されたアドレス信号（図23(b)参照）を上述した切換部84に供給する。

【0122】以上のような構成を採用することにより、メモリ63a又は63bから2次元画像データを読み出す際に投影用画像の水平方向に相当する読み出し順序をスクリーン38の回転角度に応じて反転させる（切り換える）ことが可能になる。この結果、DMD33に与えられる2次元画像データはスクリーン38の 180° 回転ごとに左右の反転されたデータとなり、スクリーン38上に投影される投影用画像も 180° 回転ごとに左右反転が行われる。そして、スクリーン38の 180° 回転を1回の体積走査とする場合における投影用画像の左

右反転を実現することが可能になり、投影用画像の補正が良好に行えるのである。

【0123】<6. 立体画像表示装置100における処理手順の概要>次に、立体画像表示装置100において実際に立体画像を表示する際の処理手順の概要について説明する。図24ないし図26はこの処理手順を示すフローチャートであり、特に図25は隠面消去されていない静止画像の表示から隠面消去表示に表示モードを切り換える処理に関するフローチャートであり、図26は隠面消去されていない動画画像の表示から隠面消去表示に表示モードを切り換える処理に関するフローチャートである。

【0124】図24のフローチャートにおいて、まず初期設定が行われる（ステップS1）。この初期設定の内容には電源の安定化や各種処理条件に関するパラメータの初期化等が含まれる。

【0125】そしてステップS2に進み、観察者（操作者）は操作スイッチ22からデータファイルの選択のための入力を行う。例えば、図8の構成において2次元画像データが記録メディア4内に格納されている場合には、その2次元画像データに関するファイル名等が液晶ディスプレイ21上に表示され、観察者はこの液晶ディスプレイ21の表示内容を視認しながら所望するデータファイルの選択を行う。また、2次元画像データがホストコンピュータ3側に格納されている場合には、システムコントローラ64の指令の下に立体画像表示装置100とホストコンピュータ3との間でデータ通信が行われ、ホストコンピュータ3において格納されている2次元画像データに関するファイル名等が液晶ディスプレイ21上に表示される。その結果、観察者はこの液晶ディスプレイ21の表示内容を視認しながら所望するデータファイルの選択を行う。

【0126】そして、データファイルの選択が行われるとステップS3に進み、ステップS2で選択されたデータファイルのヘッダファイルの入力が行われる。すなわち、システムコントローラ64が記録メディア4又はホストコンピュータ3からヘッダファイルを取得する。このヘッダファイルには、投影用画像の大きさ、すなわち投影用画像の水平方向および垂直方向がそれぞれ何画素で構成されているかという情報、1シーンを構成する投影用画像の数、1回の体積走査が 180° 回転とするか 360° 回転とするかという情報、動画画像の場合におけるシーン数、2次元画像データが静止画像形式であるか動画画像形式であるかを示すデータ形式、隠面消去処理が施されているか否か等の立体表示のために必要な各種情報が含まれている。

【0127】そしてステップS4に進み、システムコントローラ64はヘッダファイルからデータ形式を識別し、表示すべき立体像が静止画像であるのか動画画像であるのかを識別する。そして上記各種情報を各部に伝達し

て立体表示の準備段階に入る。

【0128】その後、操作スイッチ 22 からの入力待機状態となり（ステップ S 5）、観察者からの表示開始指示（すなわちスタートボタン 22 2 の操作）があった場合にはステップ S 6 に進み、表示開始指示がない場合にはステップ S 2 に戻る。なお、観察者は静止画像についての表示開始指示を入力する場合にはその静止画像の表示時間の設定をも行うものとする。

【0129】ステップ S 6 では、ステップ S 4 で識別したデータ形式が静止画像であるか動画画像であるかを判断し、静止画像である場合はステップ S 7 に進んで静止画像を表示するための処理を行い、動画画像である場合はステップ S 8 に進んで動画画像を表示するための処理を行う。

【0130】ここで、静止画像表示処理中（ステップ S 7）において観察者より表示モード切り換えの操作があった場合には、割り込み処理（ステップ S 10）が作用して、図 25 のフローチャートに示す処理が開始される。

【0131】図 25 に示すように、静止画像隠面消去表示モードに入ると、まず、システムコントローラ 64 がカメラ 10 から得られる画像に基づいて観察者が立体画像表示装置 100 の周囲のどの位置にいるかを特定する（ステップ S 11）。そしてステップ S 12 に進み、システムコントローラ 64 は特定された観察者の位置に応じて装置の周囲を分割した複数の領域 R 1 ～ R 8 のうちから 1 つの領域を選択する。次に、システムコントローラ 64 は選択された領域についての隠面消去画像を投影用画像としてスクリーン 38 に投影するように制御することで、観察者の位置から見て隠面消去された立体像を表示する（ステップ S 13）。そしてステップ S 14 においてシステムコントローラ 64 は観察者より立体表示を終了させるための操作入力があったか否かを判断し、操作入力がない場合には上記ステップ S 11 ～ S 13 の処理を繰り返す。つまり、継続して隠面消去された静止画像の立体表示を行う際には、システムコントローラ 64 が所定の時間ごとに観察者の位置を特定するようになっている。したがって、隠面消去された立体像の表示中に観察者が移動した場合であっても、観察者の移動に伴って、異なる視点を基準として隠面消去された立体像を表示することが可能になっている。なお、既述のように隠面消去された隠面消去画像に関する 2 次元画像データはホストコンピュータ 3 にて予め生成されているため、基準となる視点の切り換えを比較的短時間で行うことができるので、観察者の移動に応じてリアルタイムで隠面消去された立体表示を行うことが可能になる。

【0132】また、動画画像表示処理中（ステップ S 8）において観察者より表示モード切り換えの操作があった場合にも、割り込み処理（ステップ S 20）が作用して、図 26 のフローチャートに示す処理が開始される。

【0133】図 26 に示すように、動画画像隠面消去表示モードに入ると、まず、システムコントローラ 64 がカメラ 10 から得られる画像に基づいて観察者が立体画像表示装置 100 の周囲のどの位置にいるかを特定する

（ステップ S 21）。そしてステップ S 22 に進み、システムコントローラ 64 は特定された観察者の位置に応じて装置の周囲を分割した複数の領域 R 1 ～ R 8 のうちから 1 つの領域を選択する。次に、システムコントローラ 64 は選択された領域についての隠面消去画像を投影用画像として順次にスクリーン 38 に投影するように制御することで、観察者の位置から見て隠面消去された立体像を表示する（ステップ S 23）。このとき、割り込み処理が作用するまでに既に投影されたシーン番号を取得し、それ以降のシーンに関する隠面消去画像を投影することによって動画画像の連続的な表示を継続させる。そしてステップ S 14 に進み、システムコントローラ 64 は動画画像を構成する全てのシーンの投影が終了したか否かを判断し、終了していない場合には上記ステップ S 21 ～ S 23 の処理を繰り返す。つまり、静止画像の場合と同様に、隠面消去された動画画像の立体表示を行う際には、システムコントローラ 64 が所定の時間ごとに観察者の位置を特定するようになっている。したがって、隠面消去された立体像の表示中に観察者が移動した場合であっても、観察者の移動に伴って、異なる視点を基準として隠面消去された立体像を表示することが可能になっている。なお、動画画像の場合でも、隠面消去された隠面消去画像に関する 2 次元画像データはホストコンピュータ 3 にて予め生成されているため、基準となる視点の切り換えを比較的短時間で行うことができるので、観察者の移動に応じてリアルタイムで隠面消去された立体表示を行うことが可能になる。

【0134】＜7. 特徴的作用効果＞以上説明したように、この実施形態における立体画像表示装置 100 においては、スクリーン 38 の周囲を所定角度幅で分割して得られた複数の領域 R 1 ～ R 8 のうちからいずれか 1 つの領域を選択し、その選択された領域内の代表点を基準として表示対象物に関する画像に隠面消去処理を施して得られた隠面消去画像を投影用画像としてスクリーン 38 に投影するように構成されている。したがって、スクリーン 38 周囲の任意の方向に対して隠面消去処理の施された立体画像の表示を行うことが可能となっている。また、各領域は所定角度幅を有するように構成されているため、同一の角度範囲内に対応する隠面消去画像は同一画像を用いることができ、立体画像表示装置にて取り扱うデータ量を低減することができる。また、その角度幅で同一の隠面消去画像を用いることにより、不必要な隠面消去画像の切り換えを行う必要がなく、立体表示の際のちらつき等を防止することも可能である。

【0135】また、1 つの領域を選択する際に、立体画像を観察する観察者の位置する方向を特定し、その特定

された観察者の位置が含まれる領域を選択するように構成されているので、観察者の位置に応じて隠面消去された立体画像を表示することが可能となっており、観察者の視点位置との整合性を図ることができる。

【0136】また、観察者の位置を所定時間ごとに特定することで、立体表示中に観察者が移動した場合であっても、その移動に応じてリアルタイムで、隠面消去された立体画像の表示状態を変更することが可能になる。

【0137】また、立体画像の表示に先立って、隠面消去画像を、複数の領域のそれぞれについて予め生成しておくようにすることで、立体表示中の表示モードの切り換え処理を短時間で実行することが可能になっている。

【0138】<8. 変形例>以上、この発明に係る立体画像表示装置および立体画像表示システムについての一実施形態を詳細に説明したが、この発明は上記説明したものに限定されるものではない。

【0139】例えば、上記実施の形態においては、主として所定の回転軸Zを中心に回転するスクリーン上に投影用画像を投影することによって表示対象物の立体像を表示する形態について説明したが、この発明はこれに限定されるものではなく、スクリーンの投影面に対して垂直な方向に直進移動するような体積走査であってもよい。つまり、スクリーンが3次元的な所定空間内を周期的に走査するものであればよいのである。

【0140】また、上記実施の形態においては、観察者の位置を特定するための方法として、立体画像表示装置100の上方位置にカメラ10を設置し、このカメラ10から得られる画像に対して所定の画像処理を行うことによって観察者の位置を特定する形態について説明したが、他の形態を採用してもよい。以下に、立体画像を観察する観察者の位置を特定するためのいくつかの変形例について説明する。

【0141】まず、第1には、立体画像表示装置の周囲に複数のカメラを配置することで装置周囲の観察者を検出することができるため、それによって観察者の位置を特定することができる。図27は、このような立体画像表示装置100aを示す図である。なお、(a)は斜視図であり、(b)は上方側から見た図である。図27

(a)に示すように立体画像表示装置100aのハウジングの側面部にはほぼ等間隔で複数のカメラ10a、10b、10c、10d、…を配置する。なお、図27においては側面部の全周にカメラ10a～10hが8台設置される場合を例示している。各カメラは、図27(b)に示すように立体画像表示装置100aの周囲を所定角度幅で分割して得られた複数の領域R1～R8のうちの1つの領域を撮影するように設置されている。そして、各カメラの撮影した画像をシステムコントローラ64に入力すれば、観察者の位置を特定することが可能になる。

【0142】例えば、図27の立体画像表示装置100

aで、図19(b)に示すように観察者Bが分布する状態を撮影すると、各カメラで得られる画像は図28に示すようになる。図28(a)～(h)に示すような各画像に対して周知の画像認識処理等を施せば、いずれの画像に観察者が最も多く含まれているかを容易に判定することができ、観察者の位置を特定することが可能になる。

【0143】次に、第2には、立体画像表示装置周囲の観察者を光ビームや赤外線等を用いて検出し、それによって観察者の位置を特定することもできる。例えば、図27に示した複数のカメラ10a～10hの代わりに、立体画像表示装置の側面部に複数の光センサを設置するのである。そして、各光センサから放射状に光ビームや赤外線光等を投射すれば、その光路上に観察者が位置する場合に反射光を検出することができる。したがって、複数の光センサのうち反射光を検出した光センサに対向する位置に観察者が位置すると判定することができ、観察者の位置を特定することが可能になる。また、光センサ以外に熱センサ等を用いても同様に観察者の位置を特定することが可能になる。このようにセンサからの出力を用いて観察者の位置を特定するように構成すれば、画像処理を行う場合に比べて比較的高速に特定を行うことができる。

【0144】さらに、第3には、観察者が所定の操作を行うことにより、立体画像表示装置にその位置を特定させることもできる。例えば、上述の操作スイッチ22は着脱可能でありリモート操作が可能になっているため、立体画像表示装置100の全周に操作スイッチ22との送受信部を設けておき、周囲のどの位置から操作スイッチ22に対する操作が行われたかを判定することによって観察者の位置を特定することもできる。また、立体画像表示装置100の全周に観察者が直接操作するスイッチを複数個ほぼ等間隔で設置しておき、観察者の操作したスイッチの位置を特定することによって観察者の位置を特定するようにしてもよい。

【0145】このように、上記のいずれを採用しても立体画像表示装置のシステムコントローラ64において観察者の位置を特定することが可能であるため、観察者を検出するための構成(検出手段等)は上記のうちのいずれを採用してもよい。また、立体画像表示装置の周囲において、観察者の位置が特定できれば十分であるため、上記以外の他の形態を採用してもよいことは明らかである。

【0146】また、上記実施の形態においては、スクリーンの周囲を所定角度幅で分割して得られた複数の領域から1つの領域を選択して、その領域に対して予め生成された隠面消去画像を投影する場合について説明したが、ホストコンピュータ3において2次元画像データを生成する際の負荷を低減するためには、観察者の位置が特定された際にその特定された位置を基準に隠面消去処

理のされた隠面消去画像を生成するようにしてもよい。この場合、立体表示の切り換えには時間がかかることとなるが、観察者の位置に応じて任意の方向に対する隠面消去表示を行うことは可能である。

【0147】なお、上記実施の形態においては、スクリーン38の材質については特に言及しなかったが、スクリーン38の材質を工夫することで立体画像が表示されているデューティ比を倍増させることができる。

【0148】すなわち、スクリーン38を180°回転させることで体積走査が完了するが、スクリーン38が不透明な材質で構成されている場合、投影用画像が投影されているスクリーンの投影面が観察者から見て裏面側（反対側）に向いている間は投影用画像を視認することができない。従って、立体画像が表示されているデューティ比は1/2となる。このため、体積走査終了後、観察者の眼に残像があるうちにさらにスクリーン38を回転させて、結果的に360°回転させる必要がある。

【0149】しかし、スクリーン38の材質として、投影用画像が投影側から十分に視認できるだけの拡散反射性能を有すると同時に、その像をスクリーン38の裏側の方向からも視認できるように光透過性を有する材質を採用することで、スクリーン38の表裏両方から投影像を視認することが可能となる。したがって、スクリーン38の角度にかかわらず投影用画像を視認することができ、立体画像表示のデューティ比は1となる。このため、残像効果を維持できる時間内にスクリーン38を回転させなければならない角度は180°で済む。これにより、スクリーン38の回転数を1/2に抑えることが可能となり、その分だけ投影用画像の角度刻みを細かくでき、投影用画像の数を増して表示される立体画像の品位を向上させることができる。

【0150】スクリーン38の材質としては、例えば、すりガラスや、透明樹脂板の表面をすりガラス状に加工して白く曇らせたものや、薄い紙などのように半透明の材質を利用すれば良い。

【0151】

【発明の効果】本発明に係る請求項1に記載の立体画像表示装置によれば、スクリーンの周囲を所定角度幅で分割して得られた複数の領域のうちからいずれか1つの領域を選択し、その選択された領域内の代表点を基準として表示対象物に関する画像に隠面消去処理を施して得られた隠面消去画像を投影用画像としてスクリーンに投影するように構成されているため、スクリーンの周囲の任意の方向に対して隠面消去処理の施された立体画像の表示を行うことが可能である。

【0152】請求項2に記載の立体画像表示装置によれば、選択手段が立体画像を観察する観察者の位置する方向を特定する手段を備えており、複数の領域のうちから、特定された観察者の位置が含まれる領域を選択するように構成されているため、観察者の位置に応じて隠面

消去された立体画像を表示することが可能である。

【0153】請求項3に記載の立体画像表示装置によれば、観察者の位置を所定時間ごとに繰り返して特定するため、観察者の移動に応じて隠面消去された立体画像の表示を行うことができる。

【0154】請求項4に記載の立体画像表示装置によれば、隠面消去画像は、立体画像の表示に先立って、複数の領域のそれぞれについて予め生成されているため、隠面消去表示の切り換え処理を短時間で行うことが可能である。

【0155】請求項5に記載の立体画像表示装置によれば、立体画像を観察する観察者の位置する方向を特定し、その特定された観察者の位置を基準として表示対象物に関する画像に隠面消去処理を施して得られた隠面消去画像をスクリーンに投影するように構成されているため、観察者の位置に応じてスクリーンの周囲の任意の方向に対して隠面消去処理の施された立体画像の表示を行うことが可能である。

【0156】請求項6に記載の立体画像表示システムによれば、スクリーンの任意の方向に対して隠面消去処理の施された立体画像の表示を瞬時に行うことが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施形態に係る立体画像表示システムの全体的な構成を示す図である。

【図2】カメラと立体画像表示装置との設置関係の一例を示す図である。

【図3】立体画像表示装置の概観を示す図である。

【図4】着脱可能な操作スイッチの拡大図である。

【図5】立体画像表示装置における光学系を含む構成を示す図である。

【図6】スクリーンおよび回転部材の斜視概観図である。

【図7】スクリーンに投影される投影用画像の大きさ（解像度）を示す図である。

【図8】立体画像表示システムの機能構成を示すブロック図である。

【図9】メモリの構成例を示す図である。

【図10】この発明の実施の形態におけるメモリの構成例を示す図である。

【図11】図8に示した構成のうちのメモリの読み出し及び書き込みの制御を行うための要部を抜き出した図である。

【図12】メモリの切り換えタイミングを示す図である。

【図13】メモリ制御部の詳細を示すブロック図である。

【図14】ホストコンピュータにおける機能構成を示すブロック図である。

【図15】領域分割および代表点の概念を示す図であ

る。

【図16】3次元隠面消去画像データを生成するための概念を示す図である。

【図17】3次元画像データから2次元画像データへの変換過程を示す図である。

【図18】ホストコンピュータの処理によるデータフローを示す図である。

【図19】立体画像表示装置における観察者の位置を特定するための概念を示す図である。

【図20】投影用画像の補正の一例を示す図である。

【図21】スクリーンの回転角度 θ に応じたメモリからの読み出し順序を示す図である。

【図22】2次元画像データの読み出し順序を切り換えるための制御機構の一例を示す図である。

【図23】アドレス発生部で発生される8ビットの水平アドレス信号の一例を示す図である。

【図24】立体画像表示装置において実際に立体画像を表示する際の処理手順を示すフローチャートである。

【図25】隠面消去されていない静止画像の表示から隠面消去表示に表示モードを切り換える処理に関するフローチャートである。

【図26】隠面消去されていない動画像の表示から隠面

消去表示に表示モードを切り換える処理に関するフローチャートである。

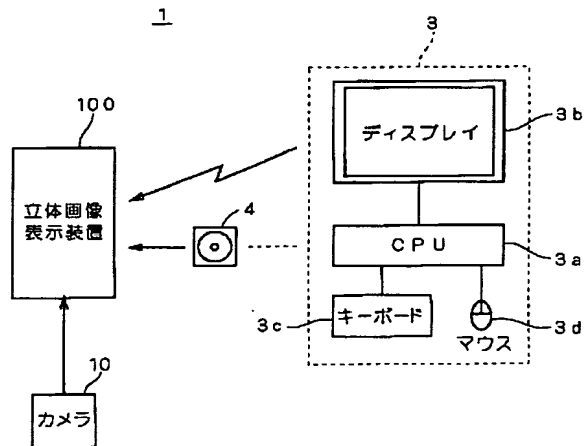
【図27】立体画像表示装置の周囲に複数のカメラを配置した例を示す図である。

【図28】図27の立体画像表示装置の複数のカメラから得られる画像の一例を示す図である。

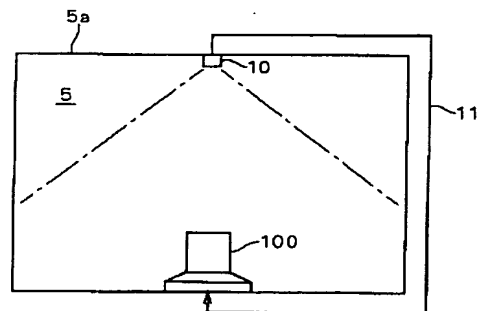
【符号の説明】

- 1 立体画像表示システム
- 3 ホストコンピュータ
- 10 カメラ
- 33 DMD (ディジタル・マイクロミラー・デバイス)
- 38 スクリーン
- 62 DMDコントローラ
- 62a メモリ制御部
- 63a, 63b メモリ
- 64 システムコントローラ
- 91 立体画像データ記憶部
- 93 断面画像演算部
- 94 隠面処理部
- 100, 100a 立体画像表示装置

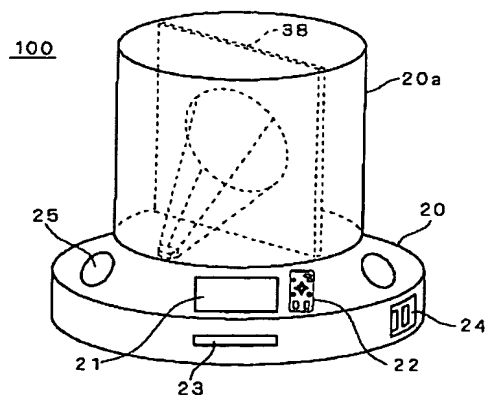
【図1】



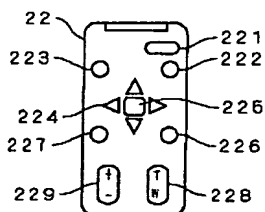
【図2】



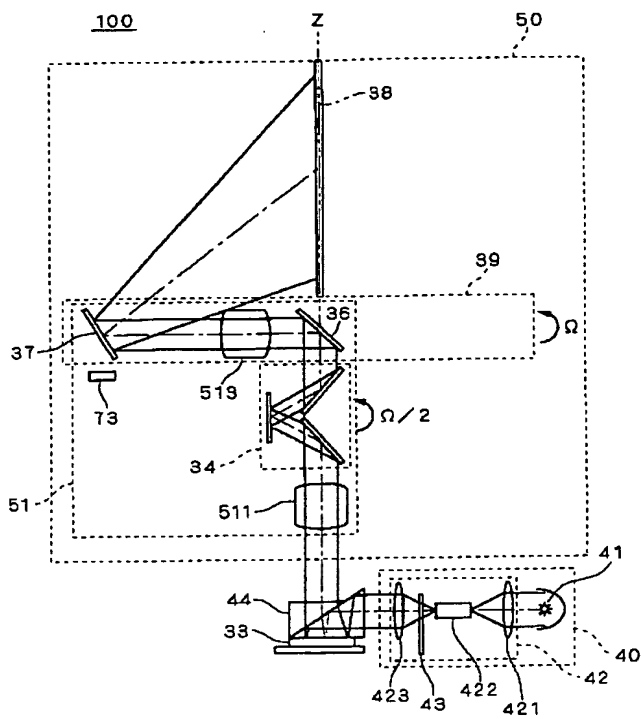
【図3】



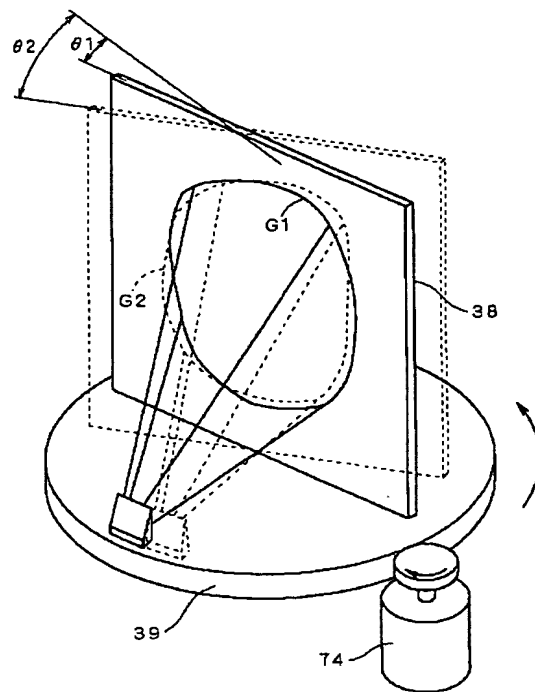
【図4】



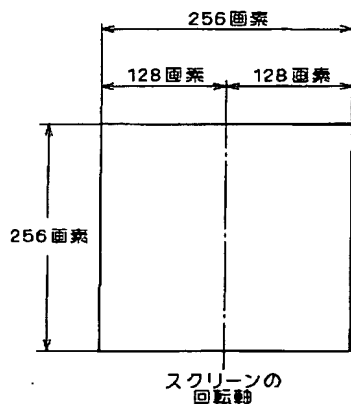
【図5】



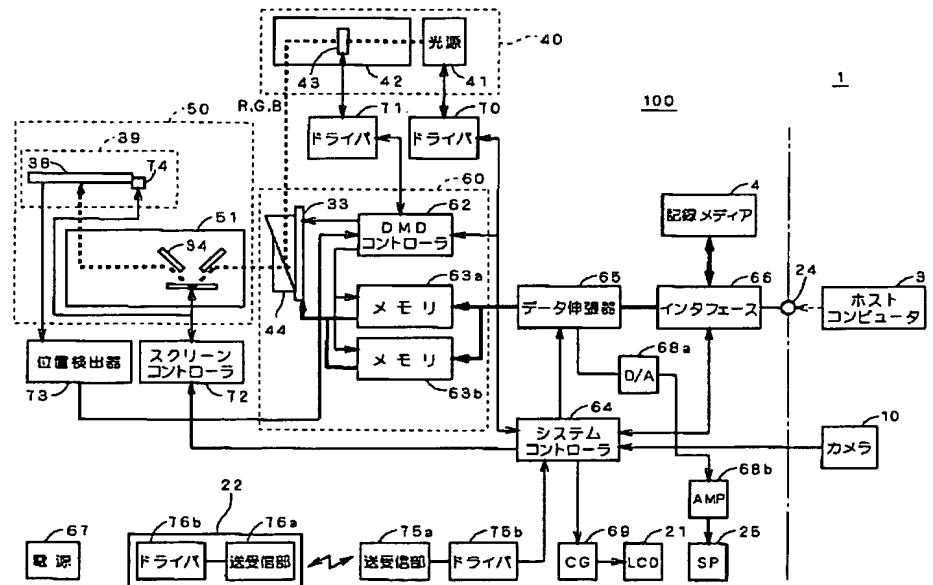
【図6】



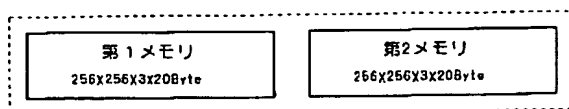
【図7】



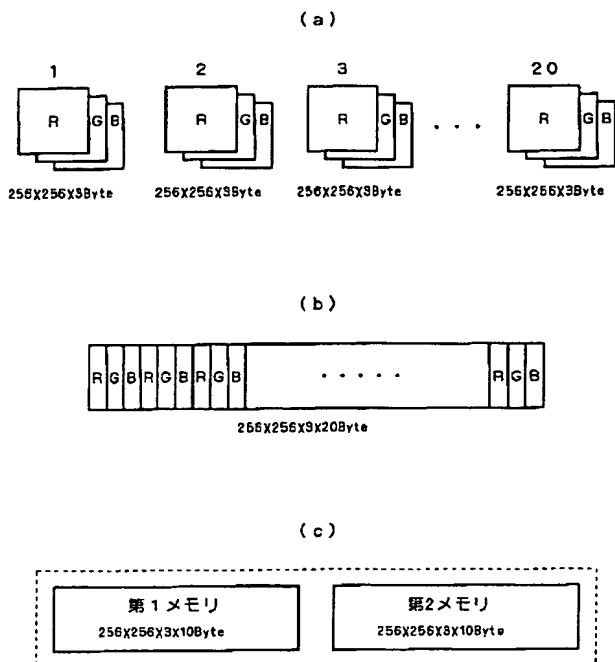
【図8】



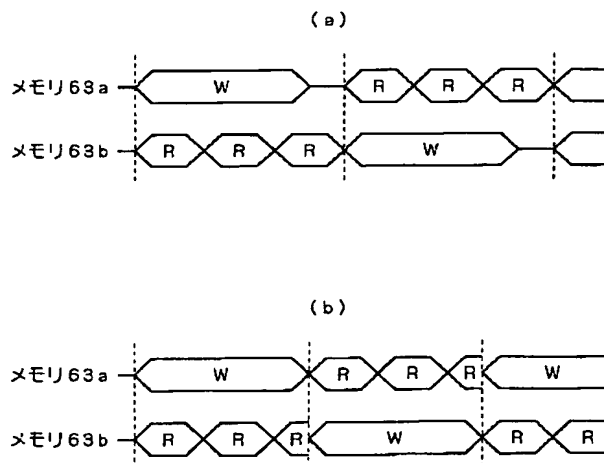
【図10】



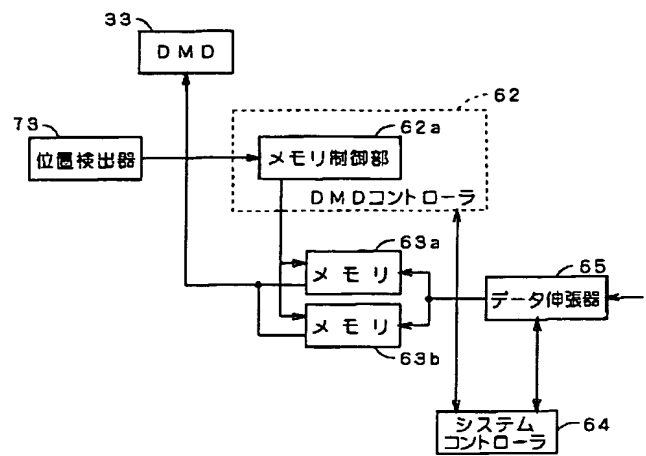
【図9】



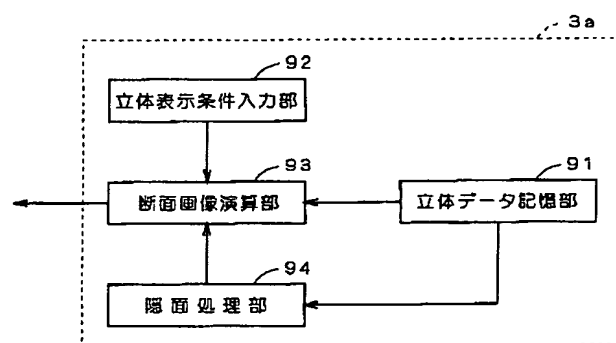
【図12】



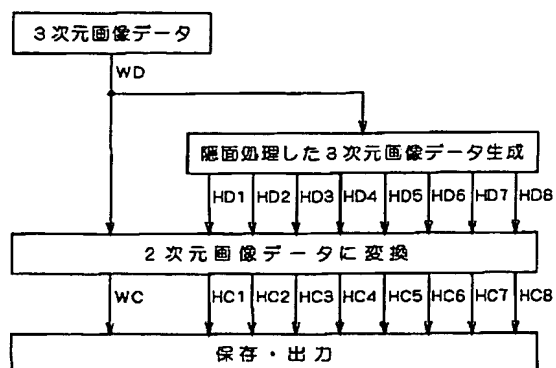
【図11】



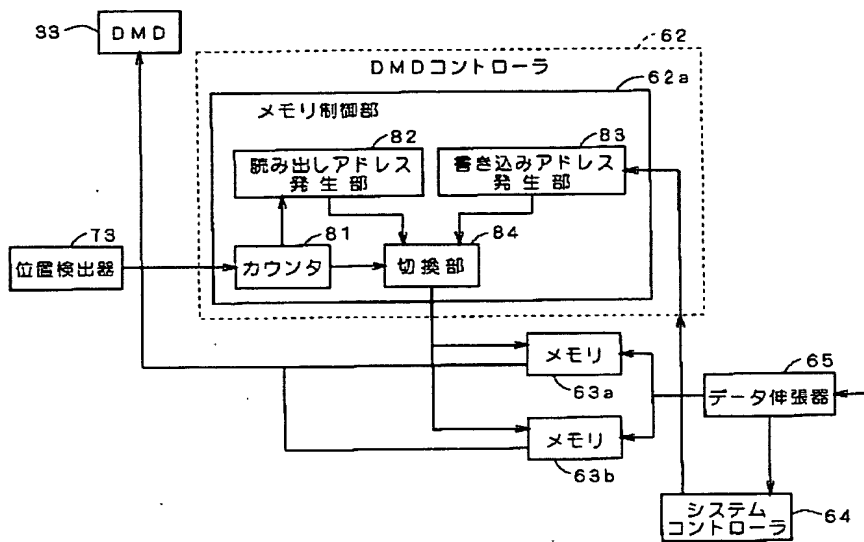
【図14】



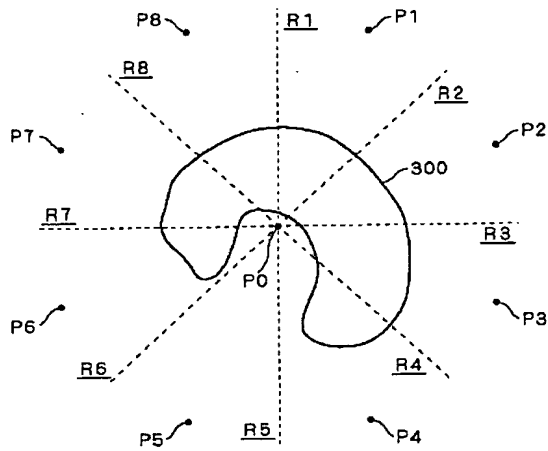
【図18】



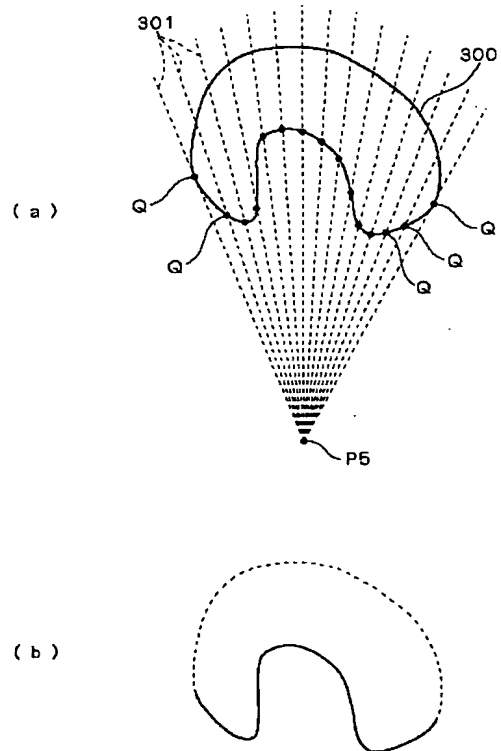
【図13】



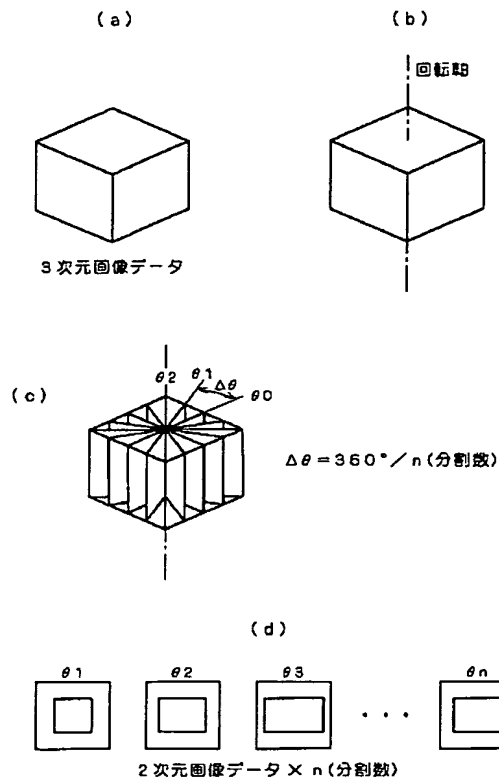
【図15】



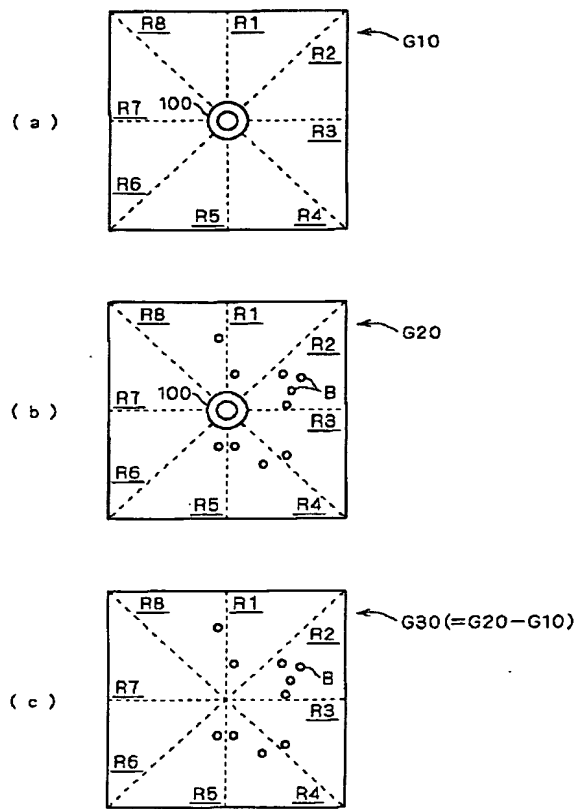
【図16】



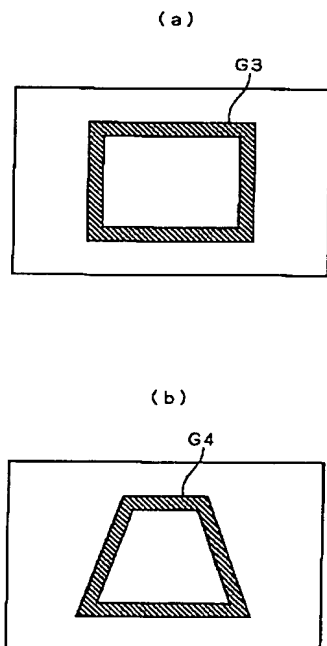
【図 17】



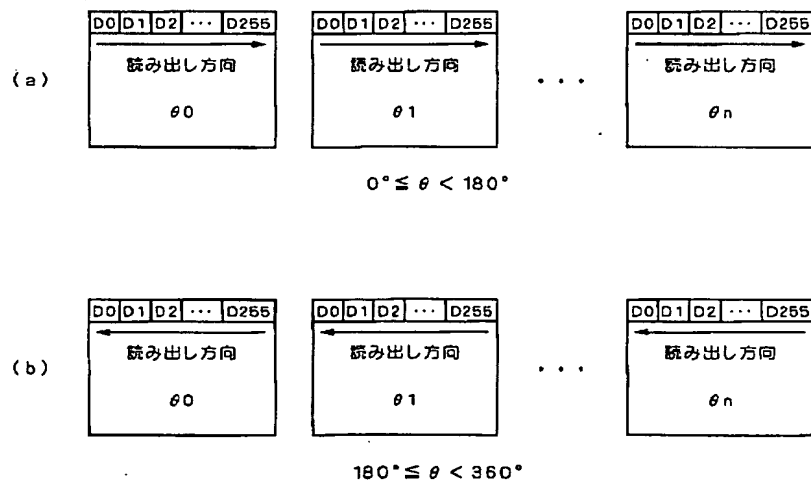
【図 19】



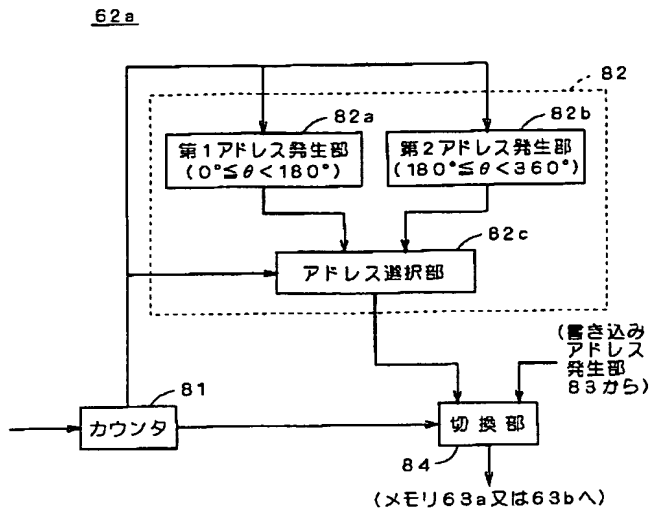
【図 20】



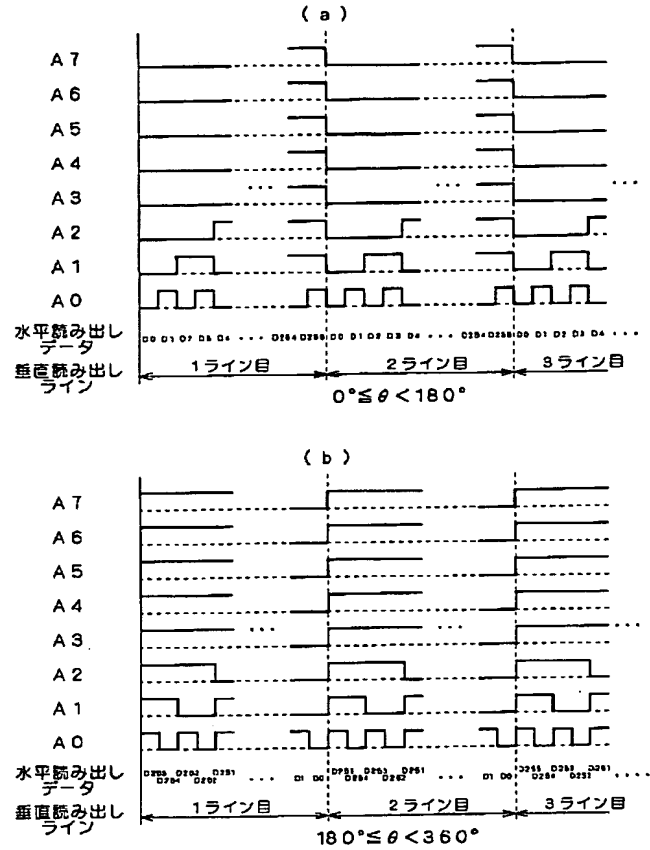
【図 21】



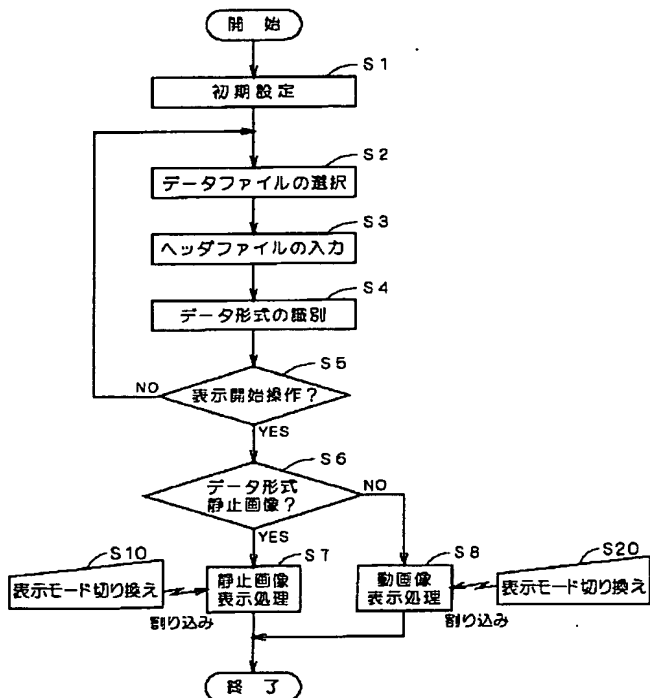
【図22】



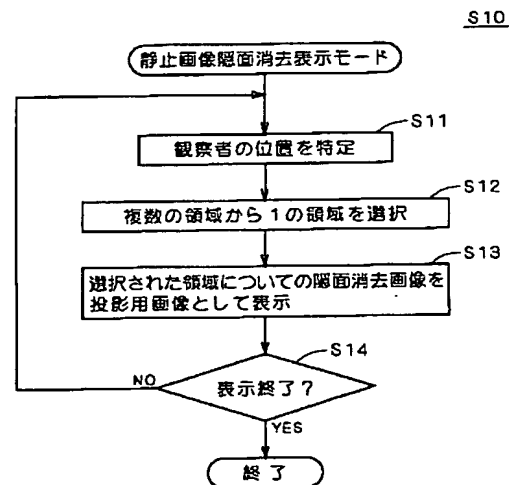
【図23】



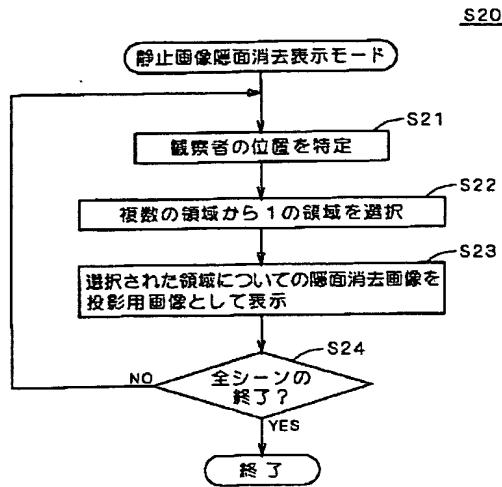
【図24】



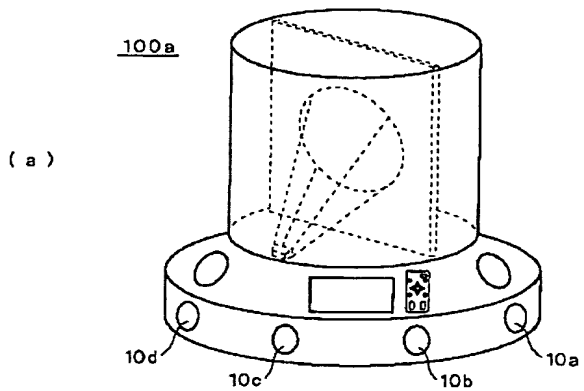
【図25】



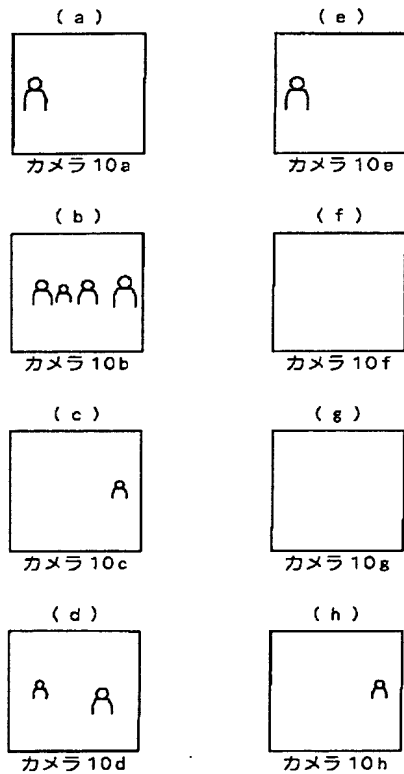
【図 26】



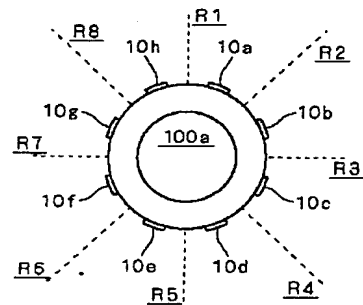
【図 27】



【図 28】



(b)



フロントページの続き

(72) 発明者 宮崎 誠
 大阪府大阪市中央区安土町二丁目 3 番13号
 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

F ターム(参考) 5C061 AA06 AA29 AB08 AB12 AB14
 AB16 AB17 AB24
 5C082 AA27 BA20 BA34 BA35 BA46
 BB15 BB26 CB01 MM05 MM10

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.